

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЗА ВОДНО-ХИМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ ТЭС

Б.М. ЛАРИН, д-р техн. наук, Е.В. КОЗЮЛИНА, А.Б. ЛАРИН, кандидаты техн. наук, А.В. КОЛЕГОВ, асп.

Представлены результаты промышленных испытаний системы автоматического химического контроля за водно-химическим режимом энергетического барабанного котла №3 с давлением 13,8 МПа Ивановской ТЭЦ-3. Дан сравнительный анализ результатов измерения показателей качества теплоносителя, полученных ручными методами и расчетными – по измерениям удельной электропроводности и pH.

Ключевые слова: водно-химический режим, автоматический химический контроль, электропроводность, фосфаты.

IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC CHEMICAL CONTROL SYSTEM ON CHEMISTRY CONDITIONS AT THERMAL POWER STATION

B.M. LARIN, Doctor of Engineering, E.V. KOZULINA, A.B. LARIN, Candidates of Engineering,
A.V. KOLEGOV, Post Graduate Student

The article is devoted to the results of industrial tests of automatic chemical control system on chemistry conditions of power drum-type boiler №3 with 13,8 MPa pressure at Ivanovo Thermal Power Stations 3. The authors suggest the comparative analysis of quality data results of heat-transfer agent executed by manual and calculation methods based on the measurements of specific conductivity and pH.

Key words: chemistry conditions, automatic chemical control, conductivity, phosphates.

Аварийные ситуации, связанные с нарушением норм качества теплоносителя энергоблоков с котлами сверхвысокого давления (СВД), вызваны, прежде всего, присосами охлаждающей воды в конденсаторах турбин, ухудшением качества добавочной воды или нарушением режима дозирования реагентов. В этих условиях химический контроль должен обеспечивать надежное и своевременное получение информации о нормируемых параметрах водно-химического режима путем прямого измерения или косвенного (расчетного) определения соответствующих показателей. Уверенно реагировать на эти нарушения на ранней стадии их развития способны кондуктометры и отчасти pH-метры [1–3]. При этом различные нарушения водно-химического режима (ВХР) могут вызывать одинаковую реакцию этих приборов, например увеличение удельной электропроводности питательной воды. Различить отдельные виды нарушений ВХР по показателям основных приборов автоматического химического контроля (АХК) (кондуктометров и pH-метров) возможно, используя алгоритм расчета концентраций ионных компонентов в питательной, котловой водах и в составляющих их потоках [4]. Такой алгоритм основан на анализе математических моделей ионных равновесий в обессоленной, питательной и котловой водах энергетических котлов.

На кафедре ХХТЭ Ивановского государственного энергетического университета им. В.И. Ленина (ИГЭУ) группой сотрудников под руководством д-р техн. наук, профессора Б.М. Ларина разработан алгоритм и программа косвенного определения ряда нормируемых и диагностических показателей состояния водно-химического режима (ВХР) барабанных котлов

($p = 13,8$ МПа). К числу таких показателей относятся: концентрация аммиака в питательной воде, фосфатов – в котловой воде чистого и солевого отсеков; солесодержание и концентрация аммиака в паре [5, 6].

В начале 2010 г. были проведены опытно-промышленные испытания на паровом барабанном котле (ст. №3) Ивановской ТЭЦ-3 на базе штатных приборов автоматического химического контроля производства ООО «ВЗОР» (г. Нижний Новгород), а также переносных приборов кафедры ХХТЭ (ИГЭУ) при активном участии персонала ИвТЭЦ-3.

В систему сбора информации о состоянии теплоносителя котла №3 ИвТЭЦ-3 входили измерения следующих величин на основе приборов автоматического химического контроля (АХК):

- удельной электропроводности питательной воды и пара;
- удельной электропроводности охлажденной H-катионированной пробы питательной воды, котловой воды и пара;
- pH питательной воды, пара, котловой воды чистого и солевого отсеков.

Штатными приборами АХК измерялись: солесодержание котловой воды и концентрация натрия в паре.

Исследования включали в себя анализ состояния ВХР и химический контроль (ХК) качества водного теплоносителя котла №3 ИвТЭЦ-3, в том числе: анализ суточных ведомостей ХК; сравнение показателей ХК с принятыми на ИвТЭЦ-3; оценку характера сбора и формы представления информации по теплотехническому и химическому контролю питательной, котловой воды, пара. Для осуществления контроля в режиме испытаний на ИвТЭЦ-3 был привлечен ком-

плект лабораторных (переносных) приборов АХК. Измерения удельной электропроводности (χ и χ_n), рН, кислорода (O_2) и H_2 проводились в питательной воде, перегретом паре, котловой воде. По результатам приборных измерений рассчитывались концентрации отмеченных выше примесей в охлажденных пробах питательной, котловой вод и перегретого пара по алгоритмам, разработанным на кафедре ХХТЭ ИГЭУ.

По результатам исследований в целях получения оперативной информации по нормируемым и диагностическим показателям в рамках системы химико-технологического мониторинга состояния ВХР барабанного котла СВД был предложен объем автоматического химического контроля за качеством теплоносителя энергетического котла.

Для создания опытной системы мониторинга и диагностики состояния ВХР котла № 3 ИвТЭЦ-3 было выполнено следующее.

1. Установлены приборы АХК на основных точках:

- питательная вода (удельная электропроводность исходной и Н-катионированной пробы (χ и χ_n), рН, концентрация натрия $[Na^+]$);
- перегретый пар (удельная электропроводность исходной и Н-катионированной пробы (χ и χ_n), рН, концентрация натрия $[Na^+]$);
- котловая вода (солевой отсек) (удельная электропроводность Н-катионированной пробы (χ_n), рН);
- котловая вода (чистый отсек) (удельная электропроводность Н-катионированной пробы (χ_n), рН).

2. В систему сбора информации включены показания ручного оперативного химического контроля:

- питательная вода (NH_3 , J_0 , концентрация натрия $[Na^+]$);
- перегретый пар (концентрация натрия $[Na^+]$);
- котловая вода (солевой отсек) ($[PO_4^{3-}]$, $[SiO_2]$);
- котловая вода (чистый отсек) ($[PO_4^{3-}]$, $[SiO_2]$).

3. Подключена система сбора косвенных расчетных показателей качества среды:

- питательная вода (NH_3 , (J_0+Na^+), Cl^-);
- перегретый пар (NH_3 , (J_0+Na^+), Cl^-);
- котловая вода (солевой отсек) (солесодержание, концентрация фосфатов $[PO_4^{3-}]$);
- котловая воды (чистый отсек) (солесодержание, концентрация фосфатов $[PO_4^{3-}]$).

Для обработки и визуализации данных, получаемых с приборной измерительной системы, составлена программа для ЭВМ, мнемосхема которой (рис. 1) дает возможность оперативному персоналу в режиме реального времени отслеживать любые незначительные изменения качества теплоносителя посредством вывода измеренных и расчетных параметров в главное окно, обеспечивает решение задач по отображению, автоматическому контролю, сигнализации, коррекции, архивированию входной информации, представляя ее в виде таблиц, графиков и мнемосхем.

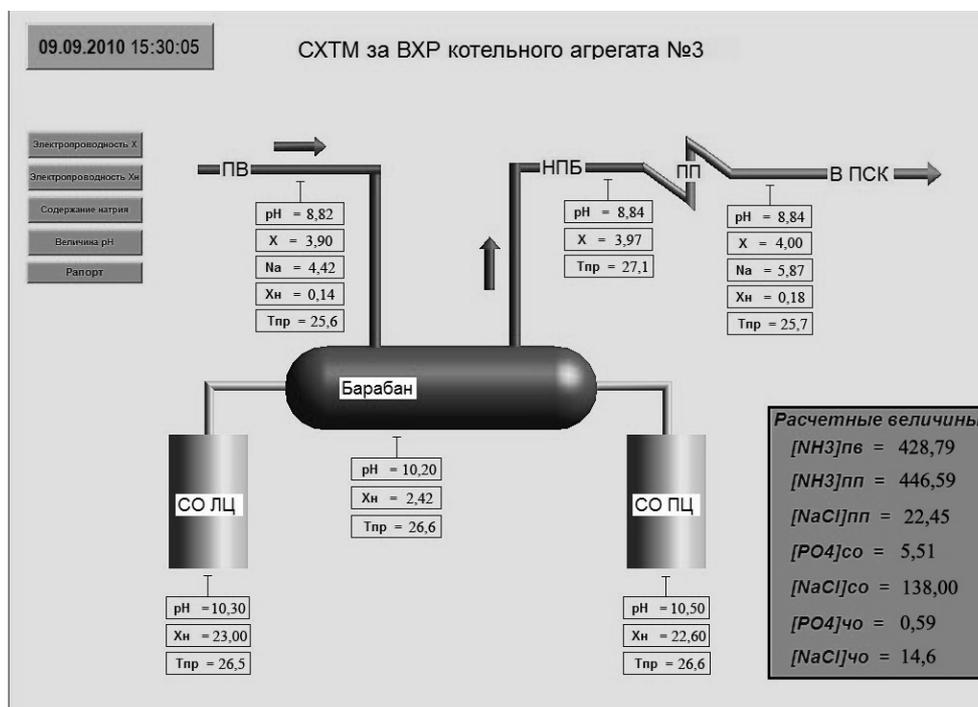


Рис. 1. Мнемосхема системы химико-технологического мониторинга за водно-химическим режимом котельного агрегата №3 Ивановской ТЭЦ-3: ПВ – питательная вода; НПБ – насыщенный пар барабана котла; ПП – пароперегреватель; ПСК – паросборная камера; СО ЛЦ – солевой отсек левый циклон; СО ПЦ – солевой отсек правый циклон; Барабан – чистый отсек барабана котла

На мнемосхеме информация о нормируемых измеряемых параметрах указывается непосредственно на каждом потоке теплоносителя. Предусмотрена справочная информация, с которой можно ознакомиться при наведении указателя манипулятора «мышь» на соответствующий показатель качества теплоносителя. Для

каждого параметра установлены верхние и нижние предельные значения, при превышении одним из параметров допустимого значения программа сигнализирует оперативному персоналу.

В качестве примера на рис. 2 представлены данные автоматического химического контроля проб котловой воды за ноябрь 2010 года.

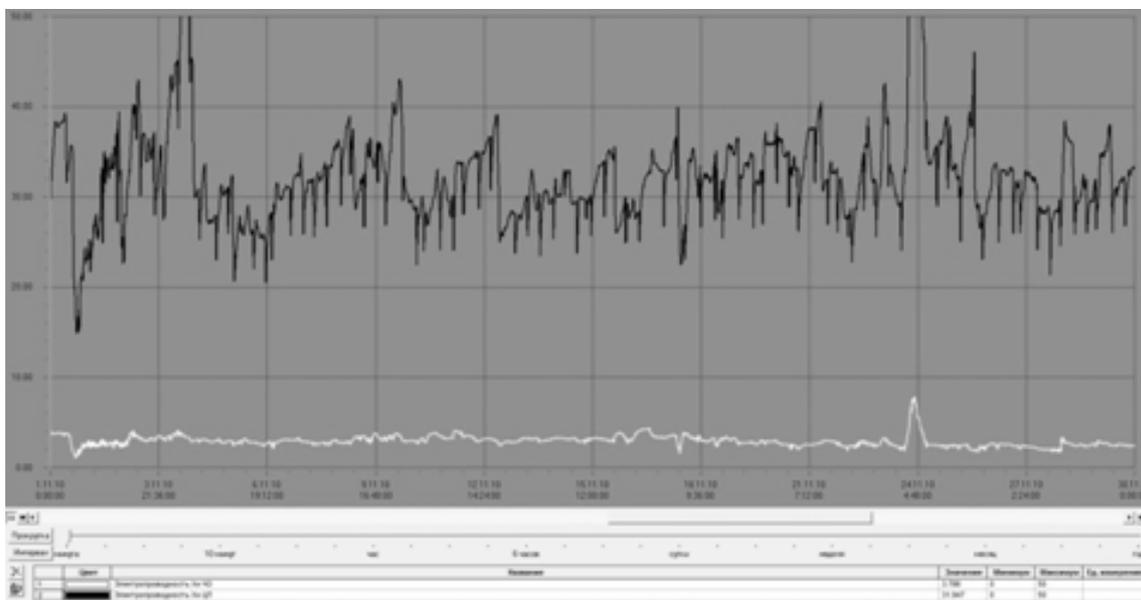


Рис. 2. График изменения удельной электропроводности (χ_n^{25} , мкСм/см) Н-катионированных охлажденных проб котловой воды чистого отсека (ЧО) и солевого отсека (правого циклона (ЦП)) котла №3 ИВТЭЦ-3 в ноябре 2010 года

Анализ полученных данных показывает, что для котловой воды чистого отсека изменения удельной электропроводности Н-катионированных проб незначительны. Для котловой воды солевого отсека (правого циклона) наблюдаются довольно значительные «выбросы» измеряемых значений χ_n в обозначенные периоды.

Результаты сравнительного анализа расчетных показателей концентрации фосфатов с данными химического анализа фосфатов, полученными в лаборатории ИвТЭЦ-3 в период с 01.11.10 по 05.11.10 представлены на рис. 3, 4.

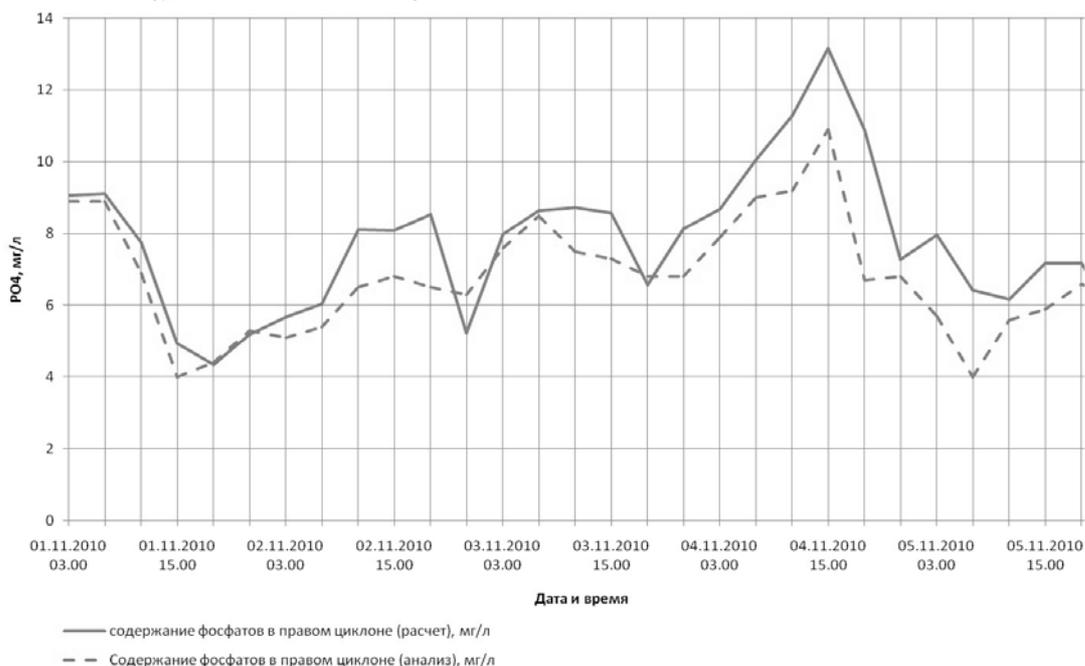


Рис. 3. График изменения концентрации фосфатов в солевого отсеке (правом циклоне) барабана котла №3 ИвТЭЦ-3 в период с 1.11.10 по 5.11.10

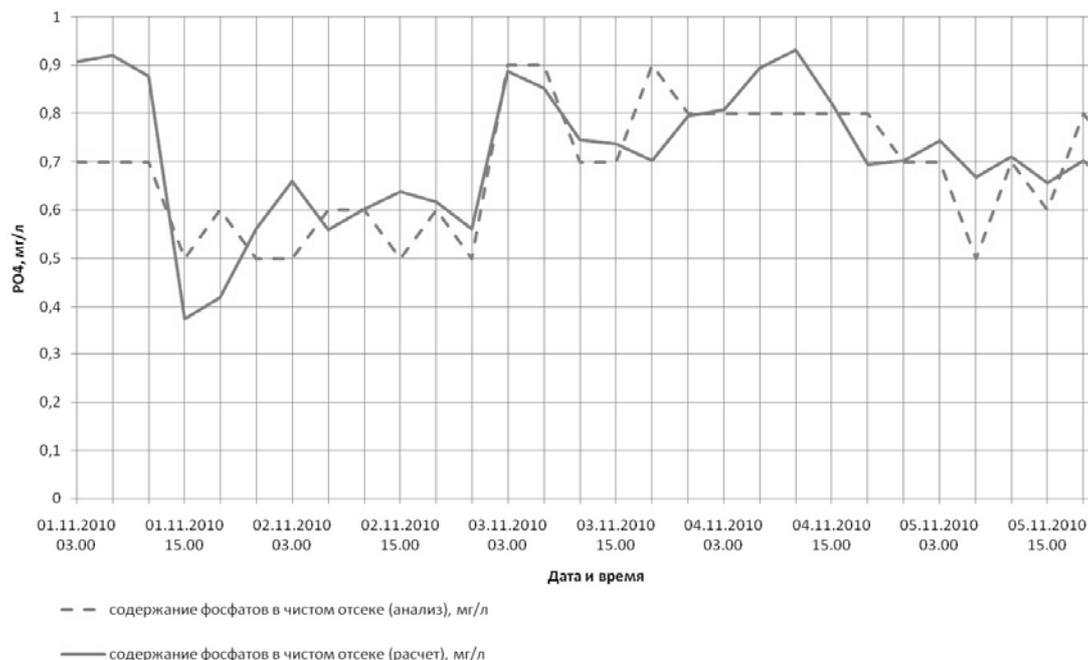


Рис. 4. График изменения концентрации фосфатов в чистом отсеке барабана котла №3 ИвТЭЦ-3 в период с 1.11.10 по 5.11.10

Анализ полученных результатов (рис. 3, 4) показывает: во-первых, расчетные значения концентраций фосфатов достаточно хорошо согласуются с аналитическими измеренными для каждого момента времени; во-вторых, отмечаются кратковременные выходы концентрации фосфатов за рекомендуемые пределы: в ночь с 01.11 на 02.11 – ниже 5 мг/л, а 04.11 – выше 12 мг/л, что и определяет колебания измеряемых значений χ_n . При этом расчет concentra-

ции фосфатов для чистого отсека подтверждает запредельное снижение (ниже 0,5 мг/л), зафиксированное в ночь с 01.11 на 02.11 (рис. 4).

Аналитические данные, полученные при выборочном контроле в ноябре 2010 года, в частности, в период с 01.11.10 по 05.11.10, использованы для оценки состояния ВХР котла №3 по диаграмме состояния фосфатных водно-химических режимов (рис. 5).

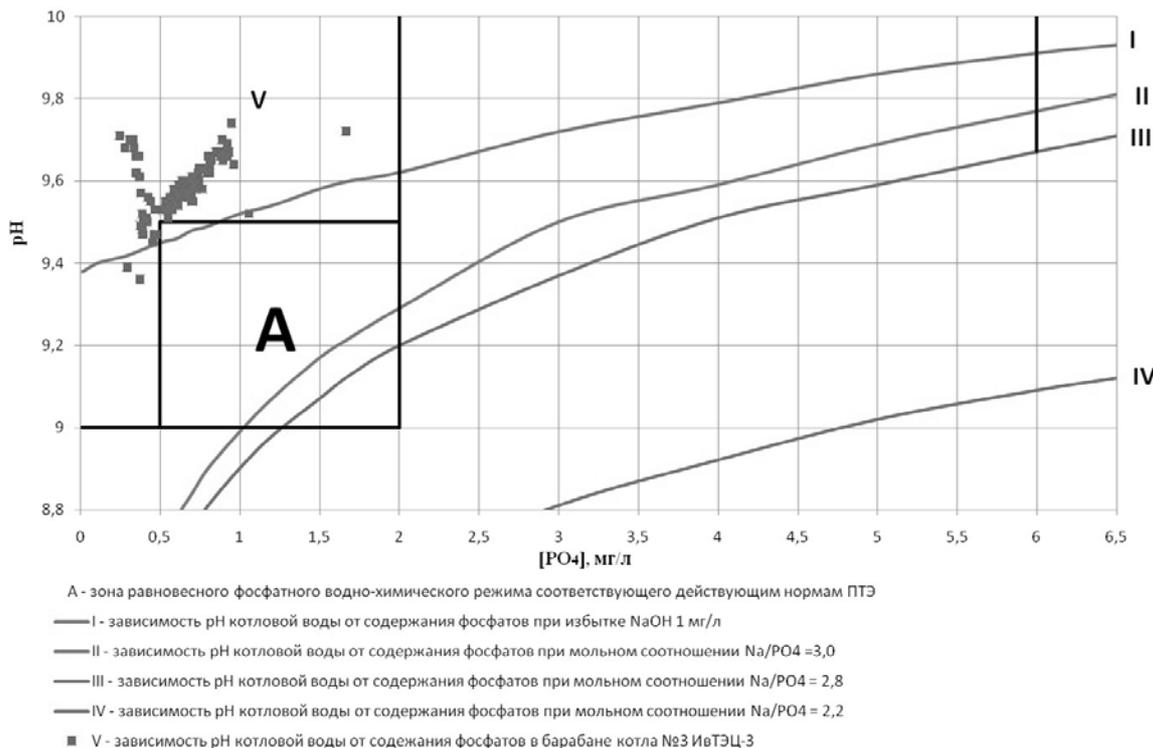


Рис. 5. Диаграмма состояния фосфатного водно-химического режима барабанного котла ($p_6 = 13,8$ МПа)

Рекомендованная правилами технической эксплуатации (ПТЭ) зона ведения водно-химического режима барабанных котлов с давлением $p_6 = 13,8$ МПа соответствует прямоугольнику (рис. 5, зона «А»). Точками представлены данные автоматического контроля (ноябрь 2010 года): значения рН немного выходят за пределы рекомендуемой зоны, что может отвечать избыточной дозировке NaOH в раствор фосфата натрия.

Заключение

Результаты проведенных в 2010–2011 гг. испытаний новой автоматической системы химического контроля за водно-химическим режимом барабанного котла №3 показывают хорошую сходимость с результатами ручного оперативного химического контроля по концентрациям аммиака в питательной воде и фосфатов в котловой воде солевого и чистого отсеков.

Данные автоматического химического контроля могут использоваться для оператив-

ной оценки состояния ВХР барабанного котла, в частности, по диаграмме состояния фосфатного ВХР.

Список литературы

1. **Мостофин А.А.** Уточнение показателей кондуктометров с предвключенным водород-катионитным фильтром // Электрические станции. – 1974. – №1. – С. 79–87.
2. **Живилова Л.М., Назаренко П.Н., Маркин Г.П.** Автоматический контроль водно-химического режима ТЭС. – М.: Энергия, 1973. – 224 с.
3. **Живилова Л.М.** Опыт организации автоматического химического контроля воды и пара на ТЭС // Теплоэнергетика. – 1987. – № 3. – С. 77–78.
4. **РД 153-34.1-37.532.4-2001.** Общие технологические требования к системе химико-технологического мониторинга водно-химического режима тепловых электростанций. – М.: СПО ОРГРЭС, 2000.
5. **Патент РФ №2168172.** Способ контроля качества конденсата и питательной воды // Н.А. Еремина, С.В. Киет, А.Н. Коротков и др. // Изобретение. – 2002. – № 12.
6. **Определение** концентрации фосфатов в котловой воде путем измерения электропроводности / Б.М. Ларин, Е.Н. Бушуев, Ю.Ю. Тихомирова, С.В. Киет // Теплоэнергетика. – 2007. – №7. – С. 21–27.

Ларин Борис Михайлович,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой химии и химических технологий в энергетике,
телефон (4932) 38-57-83,
e-mail: admin@xhte.ispu.ru

Козюлина Екатерина Владимировна,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент кафедры химии и химических технологий в энергетике,
телефон (4932) 26-99-32,
e-mail: admin@xhte.ispu.ru

Ларин Андрей Борисович,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент кафедры химии и химических технологий в энергетике,
e-mail: admin@xhte.ispu.ru

Колегов Антон Валерьевич,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
аспирант, инженер кафедры химии и химических технологий в энергетике,
e-mail: admin@xhte.ispu.ru