

# ENVIRONMENTAL APPLICATIONS OF PLASMA TECHNOLOGY

**Volker Brüser**

*Leibniz-Institute of Plasma Science and Technology  
Greifswald, Germany  
brueser@inp-greifswald.de*

Hydrogen is considered to be the main future energy carrier. Its carbon-free production and conversion is one of the main challenges for the breakthrough in sustainable energy conversion technologies. Solar water splitting and fuel cells are two important components of green technology.

Semiconductor photocatalysis for solar hydrogen generation from water has attracted an enormous amount of research interest. Main research target is the development of stable core candidate materials that are able to perform under the abundant visible light in the solar spectrum, for which there are two main approaches, i.e. the development of visible light-sensitive semiconductors and sensitisation of wide band-gap semiconductors [1]. In materials synthesis, plasma-enhanced surface modification and layer deposition methods are based on the presence of non-equilibrium states of reactive species in a plasma environment. They are therefore able to overcome limitations of traditional catalyst synthesis methods, giving rise to new reaction pathways and resulting in unique properties of nanomaterials.

Polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFCs) have been recognised as a potential future power source for zero emission devices. Several plasma methods have already been developed for fuel cell catalyst synthesis [2]. Aspects as corrosion resistance of catalyst support, content of platinum or alternative abundant catalysts respectively are of primary interest.

In this work, our current approaches to improve catalytic active nanomaterials properties through plasma-enhanced PVD and PECVD methods are demonstrated.

Process routes for surface modification in order to achieve nanostructured surfaces involved (i) photoactive semiconductor coatings on TCO deposited by a DC magnetron sputtering process., (ii) MW induced plasma-enhanced CVD process for synthesis of functional polymer-encapsulations for Ru or Ir dye adsorbers, (iii) RF magnetron sputtering of Au nanoparticles for surface plasmon enhancement and (iv) magnetron sputtering of platinum on a supporting graphitic carbon structure (v) Co/Fe):N:C composites to replace platinum in fuel cells.

## BIBLIOGRAPHY

1. *Maeda, K.* "Photocatalytic water splitting using semiconductor particles: History and recent developments", *J. Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Review*, Vol. 12, issue 4 (2011), pp. 237–268.

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА МИНСКОЙ ТЭЦ-3 APPLICATION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN THE WATER TREATMENT PROCESS AT MINSK CHP-3

**И. И. Адиканко, С. А. Дубенок**  
**I. Adzikanka, S. Dubenok**

*Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт  
комплексного использования водных ресурсов»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Adikanko.Ivan@gmail.com, dsnega@list.ru  
Republican unitary enterprise «Central research institute for complex use of water resources»  
Minsk, Republic of Belarus*

Объекты теплоэнергетики, как правило, используют на технологические нужды воду из поверхностных источников. Качество исходной воды на каждом объекте отличается, что приводит к необходимости индивидуального подхода при выборе технологий водоподготовки. Рассматриваются технологии водоподготовки, применяемые на Минской ТЭЦ-3, а также нестандартное для объектов теплоэнергетики использование высокоминерализованных сточных вод, образовавшихся в процессе водоподготовки.

Objects of heat power engineering, as a rule, use water from surface sources for technological needs. The quality of the source water at each site is different, which leads to the need for an individual approach when choosing water treatment technologies. The article deals with the technologies of water treatment used at Minsk CHP-3, as

well as the use of highly mineralized wastewater generated in the process of water treatment, which is unusual for heat power engineering facilities.

*Ключевые слова:* водоподготовка, тепловая энергетика, высокоминерализованные сточные воды.

*Keywords:* water treatment, heat power engineering, highly mineralized wastewater.

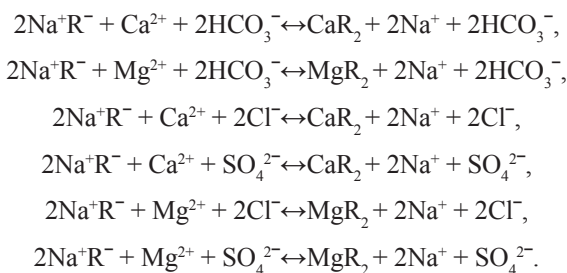
Объекты теплоэнергетики используют значительное количество воды в результате своей производственной деятельности (производство электроэнергии, пара, подпитка тепловой сети), основные объемы которых проходят водоподготовку перед ее подачей в технологический процесс. В зависимости от требуемого качества, предъявляемого к технической воде, и качества исходной воды, подбирается подходящее решение в области водоподготовки.

Для осуществления основных производственных процессов объекты теплоэнергетики используют, в основном, воду из поверхностных водных объектов, реже – из подземных источников. Исходной водой для водоподготовки Минской ТЭЦ-3 является вода Чижовского водохранилища г. Минска (р. Свислочь). Эксплуатируемая на предприятии система водоподготовки обеспечивает подпитку водой паровых котлов, тепловых сетей и системы оборотного охлаждения.

На Минской ТЭЦ-3 работают две установки водоподготовки. Первая установка используется для подготовки воды для подпитки тепловой сети. Приготовление подпиточной воды производится по схеме: известкование с коагуляцией в осветлителе с добавлением флокулянта, «осветление» на механических фильтрах, Na-катионирование. Производительность установки – 930 м<sup>3</sup>/ч. Вторая установка используется для подготовки воды для подпитки котлов. Подготовка воды для подпитки котлов в настоящее время производится по схеме: известкование с коагуляцией в осветлителе с добавлением флокулянта, «осветление» на механических фильтрах, Na-катионирование, двухступенчатое обессоливание по схеме «цепочек» с использованием «развернутой» регенерации фильтров. Производительность обессоливающей установки – 560 м<sup>3</sup>/час.

Наибольшего внимания в схеме водоподготовки Минской ТЭЦ-3 заслуживает использование нейтрализованных высокоминерализованных сточных вод «цепочек» установки обессоливания для регенерации Na-катионитовых фильтров обеих установок водоподготовки.

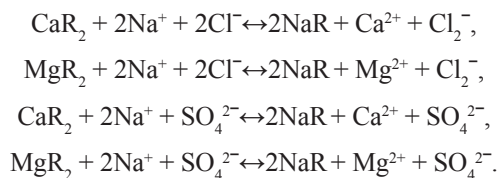
Процесс Na-катионирования воды должен обеспечивать замену содержащихся в воде катионов жесткости на катионы натрия. Реакции обмена катионов могут быть записаны таким образом:



При Na-катионировании жесткой воды на каждый эквивалент поглощенных ионов кальция и магния в воду поступает один эквивалент ионов натрия. Общая концентрация катионов в воде, выраженная в мг-экв/л, при этом не изменяется. Если иметь в виду массовую концентрацию катионов, то при катионировании она всегда увеличивается, поскольку эквивалентная масса иона натрия больше эквивалентных масс ионов кальция и магния. Концентрация каждого из присутствующих в растворе анионов, как и суммарная их концентрация, в процессе Na-катионирования остается постоянной, поскольку аниониты не могут участвовать в ионном обмене на катионите. Отсюда следует, что общая щёлочность воды и отдельные ее формы в процессе Na-катионирования не изменяются. Общее солесодержание, выраженное в мг-экв/л, сохраняется постоянным. В процессе Na-катионирования фильтрующий материал постепенно истощается и требует восстановления своей обменной способности (регенерации).

Возможность регенерации катионита, то есть перевода его в исходную ионную форму, обуславливается обратимостью реакций ионного обмена. Регенерация катионита производится раствором хлорида натрия (NaCl) или раствором сульфата натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). На территории Республики Беларусь наибольшую популярность приобрел процесс регенерации раствором хлорида натрия за счет его более низкой стоимости. Основным недостатком данного метода регенерации является увеличение концентрации хлоридов в составе сточных вод, образующихся в процессе регенерации Na-катионитовых фильтров. В итоге содержание хлоридов в сточной воде существенно превышает допустимые концентрации, установленные как на сброс в сети коммунальной канализации, так и на сброс в поверхностные водные объекты. Большинство объектов энергетики в данной ситуации снижают концентрацию хлоридов путем разбавления сточных вод условно чистыми водами, взятыми из технологического процесса, что ведет к перерасходу ресурсов, как сырьевых, так и финансовых.

На Минской ТЭЦ-3 используется прогрессивная для Республики Беларусь схема регенерации Na-катионитовых фильтров раствором, образовавшимся в процессе регенерации фильтров обессоливания, и содержащим смесь солей NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. При регенерации катионита происходят следующие реакции:



Следует иметь в виду, что для исключения гипсования фильтрующего материала Na-катионитовых фильтров концентрация сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) в регенерационном растворе не должна превышать 2 %, а скорость фильтрации раствора через фильтрующий материал должна составлять не менее 10 м/час.

Применение такой технологии повторно-последовательного использования высокоминерализованных сточных вод позволяет практически целиком отказаться от приготовления раствора хлорида натрия и существенно сократить концентрацию хлоридов в составе сточных вод водоподготовки, отводимых в сети городской канализации и в водные объекты.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ РОСТА

### TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF CULTIVATION OF TREE AND SHRUB SPECIES WITH GROWTH PERIOD

**А. А. Бутько<sup>1</sup>, В. А. Пашинский<sup>1</sup>, Е. В. Иванова<sup>1</sup>, О. И. Родькин<sup>2</sup>**  
**A. Butsko<sup>1</sup>, V. Pashynsky<sup>1</sup>, E. Ivanova<sup>1</sup>, A. Rodzkin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

butko\_andrei@mail.ru

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University,

Minsk, Republic of Belarus

Представлены результаты технико-экономической оценки возделывания древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста в условиях Беларуси.

The paper presents the results of technical and economical assessment of cultivation of tree and shrub species with a short growth period in Belarus.

**Ключевые слова:** быстрорастущие древесно-кустарниковые породы, ива, *Salix alba*, Волмянка, Бачка, Дрина, структура затрат, себестоимость, рентабельность.

**Keywords:** short rotation coppice, willow, *Salix alba*, Volmaynka, Bachka, Drina, cost structure, cost price, profitability.

Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 гг., в республике среди местных ТЭР основной упор сделан на расширение использования древесного топлива. Одним из направлений использования древесного топлива является производство и использование быстрорастущей древесины. Кроме того, быстрорастущие древесно-кустарниковые посадки могут быть востребованы при фиторемедиации почв, защиты почв от водной и ветровой эрозии, утилизации биогенных элементов, сохранении биологического разнообразия и др.

Целью исследований является технико-экономическая оценка возделывания древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста в условиях Беларуси.

В качестве древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста приняты сорта ивы белой (*Salix alba*), внесенные в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь: Волмянка (378), Бачка (282), Дрина (73-64/8).

По действующим организационно-технологическим нормативам по планированию работ в сельскохозяйственном производстве и собственных исследований разработаны технологические карты возделывания. Основной является базовая технологическая карта.

Базовая технологическая карта состоит из V технологических этапов (I. Основная обработка почвы, внесение гербицидов сплошного действия, внесение минеральных удобрений; II. Предпосадочная обработка, посадка, внесение минеральных удобрений; III. Уход за посадкой; IV. Уборка древесины; V. Ликвидация плантации), включающая 28 технологических операций [1].