

## ЛИТЕРАТУРА

1. K. Schaefer, A Miszczyk. Improvement of electrochemical action of zinc-rich paints by addition of nanoparticulate zinc // Corrosion Science. 66 (2013) 380 – 391.
2. G. Bierwagen, L. Hea, D. Tallman, Time-temperature effects in polymer coatings for corrosion protection as analyzed by EIS, Macromolecular Symposia, Special Issue: Quo Vadis – Coatings?, Prog.
3. Цинкнаполненные антикоррозионные грунтовки / А.В. Павлович, В.В. Владенков, В.Н. Изюмский // ЛакоКрасочная промышленность. – 2010. – №3. – С. 38-46.

УДК 666.3:631.811

О. С. Залыгина, доц., канд. техн. наук; Е. С. Латош, студ.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКОПА В КАЧЕСТВЕ ВЫГОРАЮЩЕЙ ДОБАВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА**

Целлюлозно-бумажная отрасль Беларуси ежегодно выпускает около 250 тыс. тонн бумаги и 60 тыс. тонн картона. В качестве исходного сырья используется привозная целлюлоза и макулатура. Производство бумаги относится к водоемким отраслям промышленности, при котором также образуется значительное количество сточных вод. После очистки часть воды возвращается в техпроцесс, часть – сбрасывается на городские очистные сооружения. В процессе очистки сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий образуется скоп, который согласно классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь, относится к отходам 4 класса опасности [1]. Отходы вывозятся в отвалы, где они разлагаются под действием гнилостных бактерий в течение 1-2 лет, что приводит к отчуждению земель и их химико-механическому загрязнению. Поэтому переработка скопа является не только экономической, но и экологической задачей.

В работе исследовался скоп ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», который образуется в результате очистки сточных вод предприятия в количестве около 7 тыс. тонн в год. Состав скопа зависит от сырья, используемого в производстве бумаги и картона – в сточные воды переходит часть коротких волокон исходного сырья, а также компоненты, содержащиеся в бумаге (каолин, мел, тальк, сульфат алюминия и железа, алюминат натрия, карбамид, крахмал, сода, гипохлорит, различные смолы и др.). В сточные воды также попадает смыв печатной краски, содержащей различные органические

и минеральные соединения, в том числе пигменты (соединения цинка, меди, железа, хрома и т.д.) и другие вспомогательные вещества. В скоп будут переходить не растворившиеся в технологической воде компоненты [2].

Скоп имеет серый цвет и запах сырой бумаги. После обезвоживания скоп представляет собой пластины толщиной 5-6 мм и площадью 3-50 см<sup>2</sup>.

В таблице 1 приведены характеристики скопа, полученные при его анализе в лабораторных условиях, а также предоставленные предприятием.

**Таблица 1 – Физико-химические характеристики скопа**

| Показатель  | Лабораторные данные | Данные предприятия |
|---|---------------------|--------------------|
| Влажность, %  | 37                  | 63                 |
| Зольность, %  | 44,06               | 32                 |
| pH водной вытяжки из скопа                                      | 8,5                 | 7,8                |
| ХПК в водной вытяжке из скопа, мгО <sub>2</sub> /л              | 842,4               | 460                |
| БПК <sub>5</sub> в водной вытяжке из скопа, мгО <sub>2</sub> /л | 116                 | 172                |
| Сульфаты в водной вытяжке из скопа, мг/л                        | 33                  | 28                 |

Влажность скопа, определенная в лабораторных условиях, оказалась почти в два раза ниже, чем по данным предприятия, что связано с испарением влаги при хранении скопа. Почти в два раза оказалось выше значение ХПК водной вытяжки, определенное в лабораторных условиях. Остальные показатели различаются незначительно. Также был проведен анализ элементного состава скопа, который представлен в таблице 2.

**Таблица 2 – Элементный состав скопа**

| Наименование элемента | Содержание элемента, масс. % |                             |           |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------|
|                       | по литературным данным       | по экспериментальным данным |           |
|                       |                              | в точке 1                   | в точке 2 |
| C                     | 41,92                        | 40,61                       | 37,03     |
| O                     | 22,63                        | 13,66                       | 14,64     |
| Na                    | –                            | 0,72                        | 0,75      |
| Mg                    | 0,66                         | 0,69                        | 0,72      |
| Al                    | 6,05                         | 5,78                        | 6,09      |
| Si                    | 6,45                         | 7,65                        | 8,09      |
| K                     | 0,51                         | 0,34                        | 0,36      |
| Ca                    | 21,23                        | 16,99                       | 17,95     |
| Fe                    | 0,46                         | 6,39                        | 6,75      |
| S                     | –                            | 0,31                        | 0,33      |
| Cl                    | –                            | 0,28                        | 0,37      |
| Ti                    | –                            | 0,61                        | 0,65      |
| Cu                    | –                            | 3,99                        | 4,21      |
| Zn                    | –                            | 1,97                        | 2,08      |

Результаты эксперимента показывают, что исследуемый скоп имеет более сложный состав, чем по литературным данным [2]. В небольших количествах присутствуют такие элементы, как Zn, Cu, Ti, что может быть связано с использованием в качестве сырья других марок макулатуры.

Состав скопа свидетельствует о возможности его использования в качестве выгорающей добавки при производстве керамического кирпича. В работе были получены образцы керамического кирпича, содержащие от 5 до 15 масс. % влажного скопа (в пересчете на сухое вещество). Образцы получали методом пластического формования с последующей сушкой и обжигом при 1000 °С.

Было отмечено, что образцы, в которых количество скопа достигало 15 масс. %, отличаются плохими формовочными свойствами и требуют введения большего количества воды. Для полученных образцов были определены такие свойства, как усадка, кажущаяся плотность, водопоглощение и прочность при сжатии (таблица 3).

**Таблица 3 – Свойства полученных образцов**

| Содержание скопа, масс. % | Значение показателя |  |                   |                                  |
|---------------------------|---------------------|--|-------------------|----------------------------------|
|                           | усадка общая, %     | кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup> | водопоглощение, % | предел прочности при сжатии, МПа |
| 0                         | 12                  | 1,879                                  | 13,71             | 18,1                             |
| 5                         | 9,8                 | 1,88                                   | 15,25             | 17,1                             |
| 10                        | 8,0                 | 1,631                                  | 18,33             | 16,4                             |
| 15                        | 7,3                 | 1,451                                  | 21,16             | 15,8                             |

Было установлено, что с увеличением содержания скопа усадка, кажущаяся плотность и прочность при сжатии уменьшаются, а водопоглощение увеличивается. При этом все полученные образцы соответствуют ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия».

Таким образом, осадок сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности (скоп) можно рассматривать как вторичный материальный ресурс и использовать в производстве керамического кирпича, что позволит снизить воздействие целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь: утвержден Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды №3-Г от 09.09.2019. – 88 с.

2 Плышевский, С.В. Отходы скопа: состав, свойства и пути утилизации / А.Л. Ковш, Р.Я. Мельникова, А.В. Салита // Экология на предприятии. – № 4. – 2016 г. – С. 35-47.