

В. И. Чепрасова, О. С. Залыгина, Ю. Д. Бутор,  
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,  
Республика Беларусь*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОПА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

The paper studies the possibility of using waste from the pulp and paper industry (osprey) for the production of ceramic bricks. It has been established that ceramic bricks containing up to 10 wt. % osprey in terms of compressive and bending strength refer to clinker bricks. With an increase in the content of waste, the porosity of the brick increases, and it can be used as a heat-insulating material.

На предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности Республики Беларусь образуется широкий спектр отходов производства. Одним из наиболее тоннажных является скоп – осадок из первичных отстойников, образующийся при очистке сточных вод. В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, скоп является отходом 4-го класса опасности. По состоянию на март 2022 года объектов по использованию и обезвреживанию скопа в Республике Беларусь не имеется. Возврат скопа в технологический процесс в качестве сырья в количестве свыше 10 % приводит к существенному снижению качества продукции [1], поэтому основное количество скопа подвергается захоронению.

Вместе с тем, скоп может быть использован при производстве строительных и теплоизоляционных материалов, органических удобрений, сорбентов для очистки сточных вод и др. [2, 3]. На основании анализа литературных данных в качестве наиболее перспективного направления было выбрано его использование в производстве керамического кирпича.

Для исследования были отобраны пробы скопа филиала «Бумажная фабрика «Красная звезда» ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат». Состав скопа зависит от вида сырья, используемого при производстве бумаги и картона, но, как правило, включает целлюлозные волокна, глину, органические и неорганические примеси. В таблице 1 представлен элементный состав исследуемых образцов скопа, который

свидетельствует о наличии в составе исследуемого скопа большого количества органических соединений (содержание С от 13,66 до 15,56 масс. %), выгорание которых будет способствовать получению пористых материалов. Наличие в составе скопа кремния (от 7,65 до 8,14 масс. %), кальция (от 16,99 до 17,74 масс. %) и железа (от 5,88 до 6,39 масс. %) подтверждает возможность его использования в керамической промышленности. Влажность образцов скопа составила от 68 до 72 %.

Таблица 1

Элементный состав исследуемых образцов скопа, масс. %

Элемент	С	О	Al	Si	Ca	Fe	Cu	Zn	Другие*
Проба 1	13,66	40,61	5,78	7,65	16,99	6,39	3,99	1,97	2,96
Проба 2	15,56	39,43	4,97	8,14	17,74	5,88	3,18	2,56	2,54

\*Na, Mg, S, Cl, K, Ti

Изготовление опытных образцов керамического кирпича осуществляли методом пластического формования.

Для получения формовочной смеси использовали глину месторождения «Гайдуковка» и влажный скоп, который вводили в количестве 5, 10, 20 и 30 масс. % в пересчете на сухое вещество. Влажность формовочной массы корректировали с учетом количества вводимого скопа. Далее осуществлялась сушка при постепенном подъеме температуры со скоростью 1 °С в минуту до 105 °С и выдержкой при ней в течение 6 часов. Обжиг образцов проводили в электрической печи с выдержкой при температуре 1000 °С в течение 1 часа (скорость подъема температуры 5 °С).

Для полученных образцов определяли линейную усадку по ГОСТ 5402-81 «Изделия огнеупорные. Методы определения дополнительной линейной усадки или роста», среднюю плотность и водопоглощение по ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости», прочность на сжатие и изгиб по ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные». Марку по прочности полученных опытных образцов определяли по ГОСТ 530-

2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» по значениям пределов прочности при сжатии и изгибе. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства образцов кирпича, полученных  
с использованием скопа

Содержание скопа в образце	Линейная усадка, %	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Прочность на изгиб, МПа	Прочность на сжатие, МПа	Марка
Без скопа	6,8	1701	14,3	18,0	72,0	М600
5 % скопа	6,5	1585	19,1	16,0	64,0	М600
10 % скопа	9,6	1476	24,8	11,5	46,0	М400
20 % скопа	12,5	1274	33,6	5,0	20,0	М200
30 % скопа	15,8	1142	42,6	3,1	12,2	М100

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что образцы кирпича, содержащие до 10 % скопа, по значению прочности могут быть отнесены к клинкерному кирпичу (М400 и М600), поскольку обладают прочностью на изгиб от 11,5 до 16 МПа и прочностью на сжатие от 46,0 до 64,0 МПа. Однако значение водопоглощения данных образцов не соответствует нормативному значению (не более 6,0 %), что свидетельствует об их высокой пористости. При дальнейшем увеличении содержания скопа в составе образцов плотность, прочность на сжатие и изгиб уменьшаются, а водопоглощение значительно повышается. Высокие значения водопоглощения образцов кирпича, содержащих более 10 масс. % скопа, свидетельствуют о возможности их использования в качестве теплоизоляционных материалов вследствие высокой пористости.

В зависимости от класса средней плотности в соответствии с ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» по теплотехническим характеристикам кирпичи подразделяют на следующие группы: высокой эффективности, повышенной эффективности, эффективные,

условно-эффективные, малоэффективные (обыкновенные). По теплотехническим характеристикам образцы кирпича, содержащие 30 % скопа, могут быть отнесены к группе эффективных изделий (класс средней плотности 1,2), а образцы кирпича с содержанием скопа 20 % – к группе условно-эффективных изделий (класс средней плотности 1,4).

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Чулкова, И. Л., Селиванов, И. А. Использование скопа в качестве вяжущего вещества // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2021. – Т. 18. – № 2 (78). – С. 204–215.

2. Ширинкина, Е. С., Айтжанова, У. М. Переработка скопа, образующегося в технологическом процессе картонно-бумажного производства // Europeanscience. – 2016. – №. 2 (12).

3. Плышевский, С. В. и др. Отходы скопа: состав, свойства и пути утилизации // Экология на предприятии. – 2016. – № 4 (58). – С. 35–47.

V. I. Cheprasova, V. S. Zalyhina, U. D. Bytor,  
*Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus*

## **RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF USING THE SCOPE IN THE PRODUCTION OF CERAMIC BRICK AND THERMAL INSULATION MATERIALS**