

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОДОТ ФОСФАТОВ ОТСЕВОМ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА

Сброс фосфатов с городскими сточными водами является основной причиной эвтрофикации природных водных объектов. Фосфор является лимитирующим фактором численности организмов низших трофических уровней водных экосистем – бактерий, водорослей и др. Избыточное поступление его соединений в экосистемы приводит к «цветению» воды в период вегетации и неблагоприятно сказывается на состоянии водных объектов. В связи с этим, актуальным является вопрос совершенствования очистки сточных вод от фосфатов.

Один из эффективных методов удаления фосфатов из сточных вод основан на использовании сорбционных материалов. Наибольший интерес вызывает использование недорогих доступных материалов на основе природного сырья или отходов. Необходимым условием применения материала для очистки от фосфатов является наличие в его составе соединений кальция, алюминия, железа и магния, которые способны образовывать с ними трудно растворимые соединения. Как правило, эти материалы являются кальцийсодержащими и проявляют высокую эффективность при $pH > 7$.

В Беларуси, среди доступных материалов соответствующего состава выделяется электросталеплавильный шлак (ЭШ) – отход четвертого класса опасности, образующийся при плавке металлолома в электродуговых печах Белорусского металлургического завода, объем его образования превышает 500 тыс. т/год. Усредненный оксидный состав отсева ЭШ фракции 0–0,25 мм представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненный оксидный состав ЭШ, масс. % [1]

CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	MnO
47,52	17,5	15,0	7,55	3,52	2,16

Как видно, из таблицы 1 в составе ЭШ преобладают оксиды кальция, что обуславливает его щелочную природу.

Целью работы заключалась в исследовании эффективности очистки реальных сточных вод от фосфатов отсевом ЭШ.

Объектами исследования были сточные воды, поступающие на очистные сооружения города Минска, а также иловые воды и фугат, образующиеся в результате уплотнения и механического обезвожива-

ния осадков сточных вод. В работе использовали ЭШ крупностью менее 0,25 мм.

В сточные воды дозировали мелкодисперсный ЭШ в дозах, указанных в таблице 2. Для проверки влияния взвешенных веществ на процесс очистки, эксперимент проводили для фильтрованных и нефильтрованных сточных вод. Пробы оставляли при перемешивании на четыре часа, затем ЭШ отфильтровывали на мембранном фильтре (размер пор 0,2 мкм). До и после контакта с ЭШ в сточных водах анализировали рН и концентрацию фосфатов. Концентрацию фосфатов определяли фотометрическим методом по СТБ ИСО 6878-2005 «Определение фосфора. Спектрометрический метод с молибдатом аммония». Значение рН – по СТБ ИСО 10523-2009 «Качество воды. Определение рН».

Результаты экспериментальных исследований эффективности использования ЭШ для очистки сточных вод от фосфатов представлены в таблице 2. Степени очистки сточных вод от фосфатов представлены на рисунке 1, информация об эффективности очистки иловой воды и фугата представлена на рисунке 2.

Как видно из данных таблицы 2, концентрация фосфатов при дозировании ЭШ в предварительно профильтрованную сточную воду снижается до 2,9 и 0,97 мгР/дм³ при дозе сорбента соответственно 1,5 и 2 кг/м³.

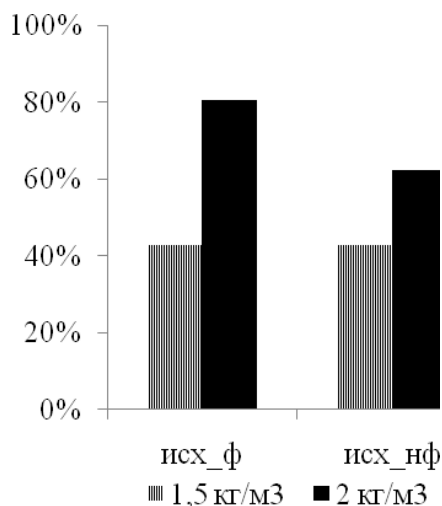
Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований

Очищаемая вода		доза ЭШ кг/м ³	рН исходной воды	рН после очистки	Концентрация фосфатов до очистки, мг Р/дм ³	Концентрация фосфатов после очистки, мг Р/дм ³
Сточная вода	ф.	1,5	8,22	9,26	5,09	2,90
	неф.			9,13		2,92
Сточная вода	ф.	2	7,94	8,81	4,93	0,97
	неф.			8,37		1,86
Иловая вода	ф.	10	7,53	9,70	50,93	1,56
	неф.			9,56		2,24
Фугат	ф.	10	7,43	8,935	98,38	5,34
	неф.			8,56		13,12

ф. – фильтрованная проба; неф. – нефильтрованная проба

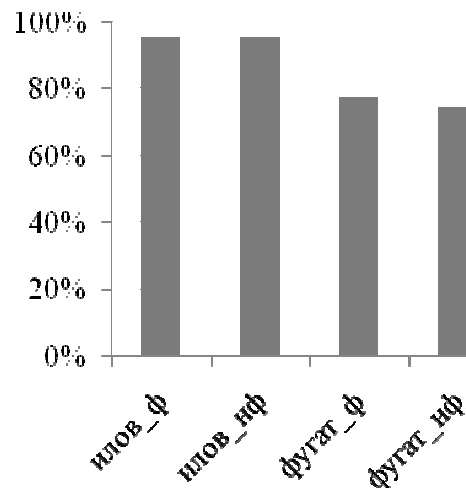
Следует отметить, что на степень очистки сточных от фосфатов сильное влияние оказывает наличие в пробе взвешенных веществ.

Так, при дозе ЭШ 2 кг/м^3 , степени очистки предварительно отфильтрованной и нефilterованной воды соответственно равны 80,4% и 62,2%. Это может быть связано с тем, что взвешенные вещества экранируют поверхность сорбента, ограничивая его сорбционную емкость.



ф – без взвешенных веществ,
нф – в присутствии взвешенных веществ

Рисунок 1 – Степень очистки сточных вод



ф – без взвешенных веществ,
нф – в присутствии взвешенных веществ

Рисунок 2 – Степень иловой воды и фугата

При очистке иловой воды и фугата ЭШ также показал высокую степень удаления фосфатов, которая находилась в диапазоне 74-95%. Остаточные концентрации для отфильтрованных проб иловой воды и фугата, соответственно, равны 1,56 и 5,34 мгР/дм³.

К недостаткам использования ЭШ можно отнести повышение рН очищенных вод более 8,5. Однако, в связи с небольшими объемами образования иловой воды и фугата, данный фактор не будет оказывать существенного влияния на процесс биологической очистки.

В результате экспериментальных исследований на реальных сточных водах было подтверждено, что отсеб ЭШ обладает высокой эффективностью удаления фосфатов и может быть использован на очистных сооружениях.