

≈120°C) ускоряется отделение воды и связывание латекса с волокном, сокращается время сушки.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность полного использования меховых отходов для производства изделий из мелких деталей, а также пластин для тепло и звукоизоляции в строительстве и других отраслях промышленности. Имеется возможность получения простилочных материалов и прессформ для утепленной обуви из меховых отходов, однако этот вопрос требует дополнительных исследований.

УДК 628.1.033

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВОДОЧИСТИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.П. Платонов, С.Г. Ковчур

(ВГТУ, г. Витебск)

Цель настоящей работы заключается в исследовании состава неорганических отходов, образующихся на водоочистительных станциях г. Витебска, и использовании отходов для получения высококачественных строительных материалов. Объектом исследования является шлам с полей фильтрации водонасосных станций.

Химический состав отходов (шлама) определялся с помощью метода комплексонометрии. В зависимости от сезона образцы содержали от 5 до 35 % влаги. Анализы проводились в усредненной пробе в трех параллельных образцах. Образцы массой от 4 до 11 г высушивались до постоянного веса при 105-110 °С. В дальнейшем все анализы проводились с пересчете на безводные навески. Качественный анализ показал, что ионы двухвалентного железа в пробах отсутствуют. Образцы растворялись в соляной кислоте. Растворимая часть пробы декантировалась. Нерастворимый остаток фильтровался и высушивался. Масса нерастворимого остатка (диоксида кремния) составляла от 48,25 % до 55,66 %. Растворимая часть разбавлялась в мерной колбе до 100 или 250 мл и использовалась для анализа. Для определения ионов трехвалентного железа выбран гравиметрический метод осаждения в виде гидроксида, так как определение ионов трехвалент-

ного железа с помощью желтой кровяной соли затруднительно из-за плохого осаждения мелкодисперсного синего осадка и длительного фильтрования.

Рассчитанное значение pH осаждения $\text{Fe}(\text{OH})_3$ составляет 3,5; для определения $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и $\text{Ca}(\text{OH})_2$: 11,6 и 13,5 соответственно. Тщательное выполнение методики осаждения гидроксида железа позволяет определить содержание железа и в прозрачном фильтрате проводить дальнейшие анализы. Осаждение ионов Fe^{3+} проводилось 1,5-кратным избытком NH_4OH при нагревании согласно методике [1, 2]. Выполнена математическая обработка результатов анализа по методу наименьших квадратов с 90 % доверительным интервалом [3].

Прозрачный фильтрат, после осаждения гидроксида железа, использовался для определения содержания кальция и магния. Анализ проводился комплексонометрическим методом с помощью трилона Б и индикаторов хромогена черного для определения суммы Ca^{2+} и Mg^{2+} и мурексида для определения Ca^{2+} . Результаты определений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав отходов (шлама) водоочистительных станций

Содержание в весовых % в пересчете на сухое вещество	Водонасосные станции г. Витебска				Водонасосные станции г. Орши	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 1	№ 2
SiO_2	48,3-49,2	49,1-49,6	48,4-49,5	49,1-50,3	53,1-55,6	52,3-54,8
Fe^{3+}	32,2-33,1	31,9-32,1	32,4-33,0	31,8-32,3	30,8-31,0	30,3-30,6
Ca^{2+}	4,1-4,2	4,1-4,3	4,2-4,3	4,1-4,2	4,5-4,6	4,5-4,7
Mg^{2+}	2,0-2,1	2,3-2,4	2,0-2,2	2,1-2,2	2,3-2,4	2,2-2,3
анионы HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl	11,4-13,4	11,6-12,6	11,0-13,0	11,0-12,9	7,0-10,0	8,0-11,0

Разработан температурный режим прокаливания отходов. Соединения кальция, магния и железа разлагаются при следующих температурах: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и

основные соли железа: 600-630 °С; $MgCO_3$: 350 °С; $CaCO_3$: 898 °С. Поэтому отходы прокаливались при 900 °С в течение 1 часа.

Исследование содержания микроэлементов (тяжелых металлов) в отходах водоочистительных станций проводилось с помощью атомно-эмиссионного анализа на спектрографе PGS-2. Чувствительность метода выражается в мг на кг сухого вещества. Результаты анализа приведены в таблице 2. Содержание в отходах некоторых элементов незначительно, т.е. не превышает предела чувствительности метода анализа. К таким элементам относятся кадмий, сурьма, висмут, мышьяк, вольфрам, ртуть, таллий, стронций, германий, хром, ванадий, никель, кобальт, бериллий, иттербий, ниобий, скандий, олово, галлий, серебро. Из данных таблицы можно сделать вывод о том, что содержание тяжелых металлов в отходах не превышает допустимых санитарных норм, что дает возможность использовать отходы для получения строительных материалов. Результаты исследований согласуются с результатами анализа, проведенного ранее в лаборатории водозабора № 1 г. Витебска.

Таблица 2

Содержание микроэлементов (тяжелых металлов) в отходах

Элемент	Mn	Ti	Cu	Zr	Pb	Ba
Чувствительность метода, мг/кг отходов	10	10	3	6	8	50
Непрокаленные отходы	70	130	8,7	13	87	290
Прокаленные отходы	130	200	16	15	80	500
Элемент	Y	Mo	Zn	Cr	V	Ni
Чувствительность метода, мг/кг отходов	5	1	200	6	10	5
Непрокаленные отходы	16	1,7	1600	---	---	---
Прокаленные отходы	30	1,5	640	---	---	---
Элемент	Co	Be	Yb	Nb	Sc	Sn
Чувствительность метода, мг/кг отходов	4	1	1	10	4	1
Непрокаленные отходы	---	---	---	---	---	---
Прокаленные отходы	---	---	---	---	---	---

Элемент	Ga	Ag	Cd	Sb	Bi	As
Чувствительность метода, мг/кг отходов	4	0,5	10	100	10	200
Непрокаленные отходы	---	---	---	---	---	---
Прокаленные отходы	---	---	---	---	---	---
Элемент	W	Hg	Tl	Sr	Ge	
Чувствительность метода, мг/кг отходов	30	300	10	100	10	
Непрокаленные отходы	---	---	---	---	---	
Прокаленные отходы	---	---	---	---	---	

На основе отходов водочистительных станций разработан технологический регламент получения цветной тротуарной плитки. В качестве сырья для производства цветной тротуарной плитки используются: цемент, песок, отходы водонасосных станций, вода. Отходы (шлам) водонасосных станций могут быть прокаленные и непрокаленные. Тонкость помола отходов должна характеризоваться прохождением через сито 008 в количестве не менее 85 % от массы отходов. В случае необходимости отходы необходимо измельчать в шаровой мельнице в течение 30 минут. Влажность непрокаленных отходов не должна превышать 5 %. Размеры цветной тротуарной плитки: 30x30x8 см.

По существующей заводской технологии на серую плитку наносится пигментный слой толщиной 1-2 см. Пигмент (охра или сурик) составляет 8-10 % от массы цемента. Охра содержит от 12 до 25 % оксида железа (III), сурик: 60-95 % оксида железа (III). Поскольку в составе отходов водонасосных станций содержание оксидов железа не превышает 30 %, содержание отходов в составе пигментного слоя должно быть максимальным.

Технические характеристики цветной тротуарной плитки, полученной с использованием шлама водонасосных станций: класс бетона В 25, марка бетона 300, отпускная прочность 290 кг/см², морозостойкость 200, водопоглощение 6 %, масса 1 плитки 25 кг.

Разработаны и утверждены технические условия ТУ 17-2071665-1-97 «Отходы водонасосных станций. Добавка к вяжущим строительным материалам». В объединении «Витебскоблремстрой» получена опытная партия цветной троту-

арной плитки. Прокаленные отходы водонасосных станций использовались в качестве пигмента вместо строительного пигмента сурика. За счет замены дорогостоящего пигмента сурика отходами водонасосных станций стоимость 1 м² цветной тротуарной плитки в 2-2,5 раза ниже по сравнению с плиткой, выпускаемой по обычной технологии.

На основе отходов водоочистительных станций разработан состав высококачественной фасадной краски с использованием в качестве связующего полистирола или сополимера акрилонитрила и винилхлорида.

Многие компоненты краски выпускаются на предприятиях Витебской области: в объединениях «Полимир», «Доломит», «Нафтан» и являются отходами производства. Использование отходов водоочистительных станций и отходов полистирола или сополимера акрилонитрила и винилхлорида позволяет в 2-3 раза снизить себестоимость краски по сравнению с лучшими зарубежными аналогами (Россия, Чехия, Финляндия). В Белгоспатенте получен патент «Композиция для покрытия» [4]. Изобретение описывает состав и технологию производства новой фасадной краски.

Если использовать непрокаленные, высушенные отходы водонасосных станций (с содержанием влаги не более 3 %), то цвет фасадной краски будет аналогичен цвету краски на основе пигмента охра. Укрывистость непрокаленных отходов составляет 80-85 г/м². При прокаливании отходов в течение 1 часа при 750-800 °С получается высококачественный пигмент, аналогичный железному сурику. Укрывистость прокаленных отходов не превышает 20 г/м². В лабораторных условиях краска наносилась по керамике, кирпичу, штукатурке, бетону. Время высыхания краски при температуре 20 ± 2 °С и влажности 75 ± 5 % до степени 1 составило 1,5-2,0 часа, время полного высыхания: 24 часа. Толщина покрытия при двуслойном нанесении изменялась от 70 до 190 мк в зависимости от типа пленкообразующего, пигмента и наполнителя.

В лабораторных условиях определялась химстойкость покрытий. Лакокрасочные покрытия испытывались к действию: 30 %-ного раствора серной кислоты, 15 %-ного раствора щелочи, 50 %-ного раствора поваренной соли, 15 %-ного раствора аммиака в течение 2 месяцев. Во всех случаях устойчивость покрытий была удовлетворительной. В производственной лаборатории АО «Оршастройматериалы» проведены испытания покрытий на основе новой фасадной

краски. Краска наносилась в два слоя на керамические подложки, которые выдерживались при 180 °С и давлении 11 атм. в автоклаве в течение 6-8 часов. После испытаний не обнаружено меления покрытий или появления трещин.

Проведены испытания фасадной краски на атмосферостойкость. Испытания проводились в климатической камере с перепадом температур от -45 °С до +45 °С при 100 % влажности. В результате испытаний установлено, что покрытия фасадной краской на основе полистирола могут эксплуатироваться в атмосферных условиях умеренного климата не менее трех лет, а покрытия фасадной краской на основе сополимера акрилонитрила и винилхлорида могут сохранять первоначальный декоративный вид в течение 8-10 лет. Большой срок службы фасадной краски объясняется использованием природных атмосферостойких отходов водоочистительных станций вместо обычных строительных пигментов.

На Оршанском государственном предприятии "Дорожник" открыт цех по производству фасадной краски на основе отходов водоочистительных станций, получена опытная партия краски.

Утилизация отходов водоочистительных станций приведет к улучшению экологической ситуации на водонасосных станциях крупных городов и одновременно даст возможность получать высококачественные строительные материалы.

Литература:

1. Полеес М.Э, Душечкина И.Н. Аналитическая химия. - М.: Химия, 1987.
2. Цитович И.К. Курс аналитической химии. - М.: Химия, 1972.
3. Чарынов А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. - Л.: Химия, 1984.
4. Платонов А.П., Губанова Н.Е., Ефременков М.Ф. Композиция для покрытия. Патент № 1543. - Мн.: Белгоспатент, 1996.