

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

**Махмудова Надыра Абдукадыровна**

*канд. техн. наук, профессор, кафедра «Технология строительных материалов, изделий и конструкций»,  
Ташкентский архитектурно-строительный институт,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [chemenguz@gmail.com](mailto:chemenguz@gmail.com)*

**Бабакулова Нилуфар Бахрамджановна**

*старший преподаватель, кафедра «Технология строительных материалов, изделий и конструкций»,  
Ташкентский архитектурно-строительный институт,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**Муминова Нилуфар Абдулла кизи**

*магистр, кафедра «Технология строительных материалов, изделий и конструкций»,  
Ташкентский архитектурно-строительный институт,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

## ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF USING SECONDARY AND RAW MATERIAL RESOURCES

**Nadyra Makhmudova**

*Candidate of Technical Sciences, Professor, Chair of "Technology of Engineering Materials, Products and Constructions", Tashkent Institute of Architecture and Construction, Uzbekistan, Tashkent*

**Nilufar Babakulova**

*Senior Lecturer, Chair of "Technology of Engineering Materials, Products and Constructions", Tashkent Institute of Architecture and Construction, Uzbekistan, Tashkent*

**Nilufar Muminova**

*Master's Degree, Chair of "Technology of Engineering Materials, Products and Constructions", Tashkent Institute of Architecture and Construction, Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

В статье приводятся сведения о современных методах и перспективах развития переработки вторичных ресурсов. Также в статье приводятся результаты сопоставления коэффициента качества и химического состава щелочных шлаков АПО «Узметкомбинат», рассматриваемых как основное техногенное сырье при производстве строительных материалов в регионе. В статье приводятся примеры современных методов переработки фосфогипса, вторичного материала предприятия АО «АммофосМаксам», разработанного отечественными исследователями.

### ABSTRACT

In the article information about modern methods and prospects for the development of recycling of secondary resources is provided. The article also presents results of the comparison of the quality factor and the chemical composition of alkaline slags of the Uzmetkombinat APO considered as the main industrial raw material in the production of building materials in the region. Examples of modern methods for the processing of phosphogypsum, secondary material of AmorphosMaxam JSC, developed by domestic researchers are presented.

**Ключевые слова:** шлам, вторичное сырье, гипсосодержащие отходы.

**Keywords:** sludge; secondary raw materials; gypsum-containing waste.

---

Рациональное решение проблемы промышленных отходов зависит от ряда факторов: вещественного состава отходов, их агрегатного состояния, количества,

технологических особенностей и т. д. Наиболее эффективным решением проблемы промышленных отходов

является внедрение безотходных технологий в производство. Разработка безотходных производств осуществляется за счет принципиального изменения технологических процессов, а также систем с замкнутым циклом, обеспечивающих многократное использование минерального сырья. При комплексном использовании сырьевых материалов промышленные отходы одних производств являются исходными сырьевыми материалами для других. Важность комплексного использования сырьевых материалов можно рассматривать в нескольких аспектах. Во-первых, утилизация отходов позволяет решить задачи охраны окружающей среды, освободить ценные земельные угодья, занимаемые под отвалы и шламохранилища, устранить вредные выбросы в окружающую среду. Во-вторых, отходы в значительной степени покрывают потребность ряда перерабатывающих отраслей в сырье. В-третьих, при комплексном использовании сырья снижаются удельные капитальные затраты на единицу продукции и уменьшается срок их окупаемости.

Решение вопросов экономии и рационального использования материальных ресурсов заключается прежде всего в реализации имеющихся резервов, возникновение и возрастание которых обусловлено непрерывным повышением уровня развития науки, техники, технологии, экономики и организации производства.

Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов – это использование их в строительстве и производстве строительных материалов, что позволяет до 40% снизить расходы материальных ресурсов, используемых в производстве, без ухудшения качественных характеристик.

Одним из альтернативных источников сырья для строительного комплекса являются гипсосодержащие отходы, которых в странах СНГ уже накоплено сотни миллионов тонн в различном виде и состоянии: фосфогипс, фосфополугидрат, борогипс, фторогипс,

цитрогипс и другие. Работа предприятий по производству минеральных удобрений сопровождается образованием крупнотоннажных отходов, объем которых достигает десятков миллионов тонн. Наиболее многотоннажным из них является фосфогипс дигидрат, содержащий в составе более 80-90% двухводного гипса. Известно [2], что при производстве 1 тонны фосфорной кислоты образуется около 4,5 тонны тонкодисперсного влажного осадка техногенного гипса.

Современные методы утилизации фосфогипса, разработанные отечественными и зарубежными исследователями [1], подтверждают возможность широкого использования фосфогипса в качестве сырья для изготовления гипсовых вяжущих веществ.

Исследованиями установлено [2], что фосфорные руды различных месторождений отличаются по физическим и химическим свойствам в зависимости от минералогического состава, структуры, содержания примесей. Также данные исследования показали, что фосфориты – это осадочные породы, содержащие помимо фосфата кальция примеси силикатных и алюминатных соединений, кварца, кальцита и др.

На предприятии АО «АммофосМаксам» фосфорная кислота экстрагируется методом сернокислотного разложения фосфоритной муки с осаждением сульфата кальция в виде дигидрата ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Внешний вид фосфогипса АО «АммофосМаксам» – легкокомкающийся материал серого цвета. Гранулометрический состав представлен в основном фракциями 1,6-0,4 и 0,16-0,1 мм. Удельный вес фосфогипса, высушенного в естественных условиях, составляет 2,34-2,36 г/см<sup>3</sup>.

Вещественный состав и структура фосфоритов разнообразны. Широко развиты фосфатно-карбонатные и фосфатно-кремнистые формы, содержащиеся в фосфоритной руде.

Таблица 1.

Химический состав фосфогипса «Аммофос Максам», %

№ проб	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> раст.	Na <sub>2</sub> O	П.П.П	Σ
1	10,07	0,84	0,30	33,10	0,44	46,24	1,34	0,44	0,15	6,85	99,77
2	8,86	0,91	0,61	31,91	0,5	44,37	1,04	0,55	0,18	10,11	99,04

Химический анализ показывает (табл. 1), что вещественный состав довольно постоянен и в основном состоит из двухводного гипса с примесью кремнезема

и незначительного количества P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO, соединений алюминия и железа. Расчетное количество двухводного гипса составляет 91-95%.

Таблица 2.

Результаты химического анализа исходных добавок

Наименование	Содержание оксидов в %, на воздушно-сухое вещество										
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.	Сумма
Известняк Джизакский	1,55	0,03	0,60	0,14	-	0,6	53,4	0,04	0,06	42,25	98,67
Шлак Алмалыкского ГМК	31,72	0,36	6,18	52,04	-	3,20	3,36	0,54	2,26	-	99,66
Шлак АПО «Узметкомбинат»	20,11	—	7,25	16,12	4,30	14,20	36,07	0,1	0,2	1,25	99,5

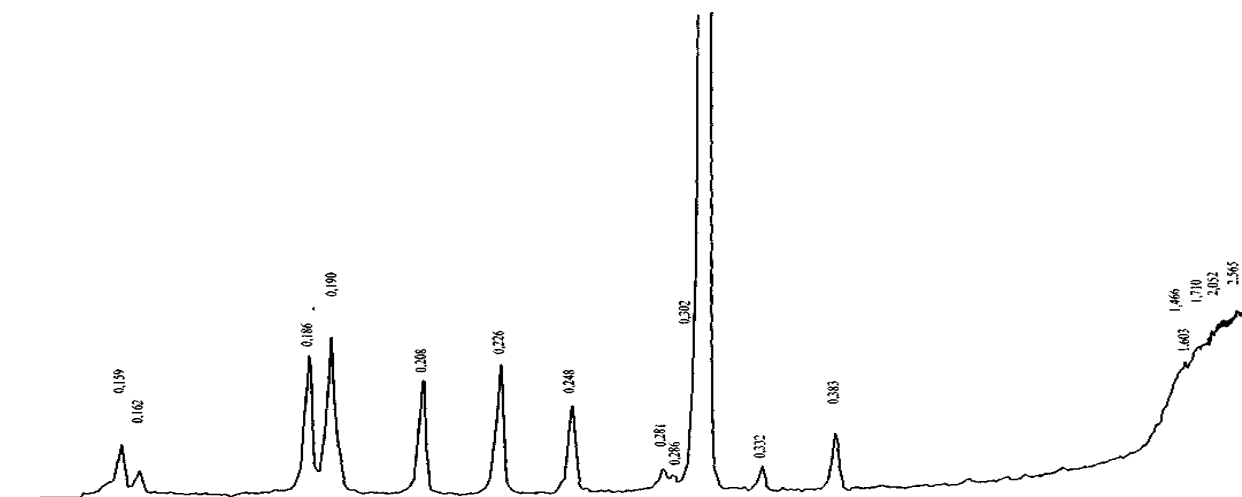


Рисунок 1. Рентгенограмма известняка Джизакского месторождения

На рентгенограммах Джизакского известняка (рис. 1) наблюдаются основные линии  $d=0,302$ ;  $0,208$ ;  $0,190$ ;  $0,186$  нм, соответствующие карбонату кальция. Результаты химического, дифференци-

ально-термического (рис. 2) и рентгенофазового анализов показывают, что Джизакские известняки в основном состоят из кальцита с незначительным содержанием кремнезема.

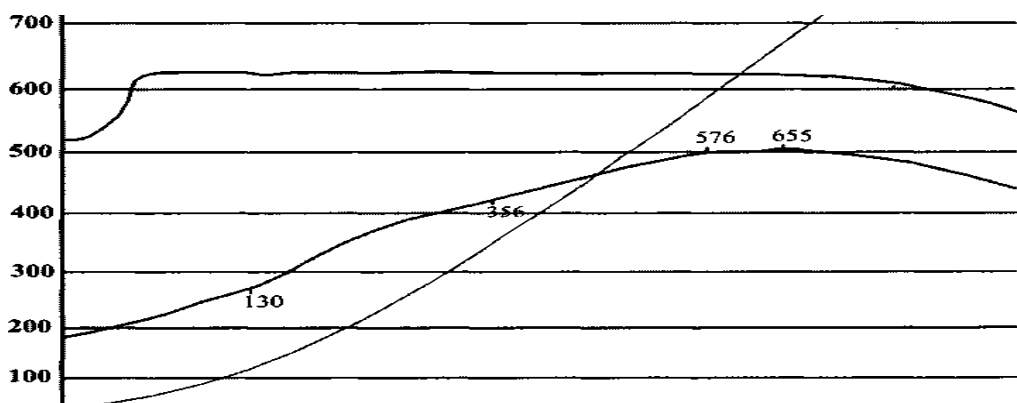


Рисунок 2. Дифференциально-термические кривые Джизакского известняка

Результаты химического анализа (табл. 2) показывают, что шлаки в своем составе содержат такие основные соединения, как  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CaO}$ ;  $\text{MgO}$ ;  $\text{MnO}$  и другие. Из литературных данных известно [3], что вышеуказанные соединения являются основными компонентами, используемыми для производства строительных материалов. Рентгенофазовый анализ показал, что шлаки в основном состоят из оккерманита  $2\text{CaO}_x\text{MgO}_x2\text{SiO}_2$ , смешанного во всех отношениях с галенитом  $2\text{CaO}_x\text{Al}_2\text{O}_3\text{xSiO}_2$ , образуя серию твердых растворов. Мелилиты – минерал, образующийся в доменных шлаках в широком диапазоне смешанных растворов с межплоскостными расстояниями  $d = 0,442$ ;  $0,371$ ;  $0,306$ ;  $0,239$ ;  $0,229$ ;  $0,177$ ;  $0,175$ ;  $0,157$ - $0,154$  нм; мервинита  $3\text{CaO}_x\text{MgO}_x2\text{SiO}_2$  с межплоскостными расстояниями  $d = 0,292$  -  $0,284$ ;  $0,281$  -  $0,273$ ;  $0,274$ - $0,276$ ;  $0,241$ ;  $0,226$ - $0,220$ ;  $0,203$ ;

$0,190$ - $0,190$  нм; вюсита  $d = 0,253$ - $0,247$ ;  $0,219$ - $0,214$ ;  $0,153$ - $0,151$  нм, также наблюдаются линии четырехкальцевого алюмоферрита  $\text{C}_4\text{AF}$   $d = 0,724$ ;  $0,195$ - $0,192$ ;  $0,184$ - $0,182$ ;  $0,153$  нм.

Известно, что мелилиты в доменных шлаках кристаллизуются преимущественно в виде коротких призм, в результате чего оптический знак минерала и знак главной зоны, как правило, противоположны. Оккерманит практически может содержаться во всех доменных шлаках и кристаллизуется в основном в виде коротких призм и табличек с коэффициентами светопреломления  $n = 1,633$ ;  $n_0 = 1,631$ .

Мервинит –  $3\text{CaO}_x\text{-MgO}_x2\text{SiO}_2$  – образуется в доменных шлаках. По структуре представляют собой тонкую смесь очень мелких зерен, в основном карбоната кальция и глинистых частиц.

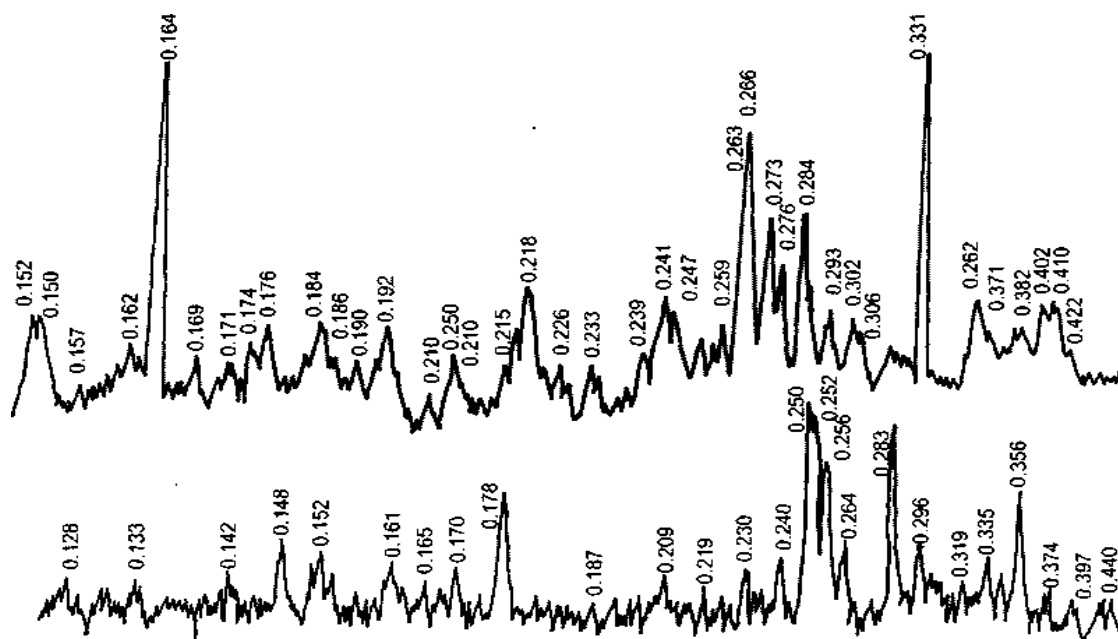


Рисунок 3. Рентгенограмма шлаков АГМК и «Узметкомбинат»

В зависимости от значения коэффициента качества и химического состава доменные шлаки подразделяются на различные сорта.

Рентгенографические исследования показывают близкую кристаллическую структуру изучаемых проб фосфогипса. На рентгенограммах (рис. 3) в основном наблюдаются линии дифракционных максимумов двуводного гипса со значениями межплоскостных расстояний  $d = 0,755; 0,429; 0,375; 0,304; 0,286; 0,189$  нм; также наблюдаются линии кварца, составляющие основную массу примесей  $d = 0,333; 0,244; 0,221; 0,180$  нм.

#### Список литературы:

1. Волков П.Г. Гидратация и твердение вяжущих // Тез. докл. и сообщ. IV Всесоюз. совещ. по гидратации и твердению цемента. – Львов: Изд. ЛГУ, 1981. – 332 с.
2. Долгорев А.Б. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1990. – С. 212.

Таким образом, химический, дифференциально-термический и рентгенофазовый анализы показывают, что Джизакские известняки в основном состоят из кальцита с незначительным содержанием кремнезема, что делает его привлекательным сырьем для производства минеральных вяжущих веществ. Также результаты сопоставления коэффициента качества и химического состава шлаков АПО «Узметкомбинат» показывают, что они относятся к основным шлакам, также делая их перспективным сырьем для производства шлакощелочных вяжущих.