

НОВЫЙ ЭФФЕКТИВНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Бул макалада жергиликтүү кремнезем минералын камтыган тоо тектерин жана сурма өндүрүшүндөгү флотациялык байытууда пайда болгон калдыктарын изилдөөнүн жыйынтыгы, жана аларды коңдөйлүү бетондун составына кошулма катары колдонуу мумкунчулугу каралган.

В данной работе даются результаты исследований для возможности использования местных кремнеземистых минералов и хвостов флотационного обогащения сурьмяных руд в качестве наполнителя для получения неавтоклавного ячеистого бетона.

In the given work the results of study for possibility of local silicon minerals use and flotation remnants enrichments of antimony ore as filler for reception of non-autoclaved cellular concrete.

Эксплуатационные характеристики ячеистого бетона в значительной степени определяются физико-химическими свойствами молотого кремнеземистого компонента, содержание которого в бетоне составляет от 50 до 80 % /1/. При этом для обеспечения требуемой прочности и низкой средней плотности, обязательной в технологии ячеистых бетонов, является операция помола кремнеземистого компонента или совместный помол с цементом. Поэтому поиск апробирования новых эффективных видов наполнителей для ячеистых бетонов, особенно тонкодисперсных или легко измельчаемых продуктов, применение которых не требует большой энергоемкости при операции дробления и помола, является актуальной задачей.

Отдельные эксперименты показывают, что потенциальным источником регионального сырья для получения ячеистых бетонов могут служить и попутные продукты от дробления таких горных пород, как граниты, известняки, сланцы, а также техногенные продукты, применение которых малоэнергоёмко при операции дробления и помола.

На территории Кыргызской Республики имеются в достаточном количестве разведанные месторождения минералов кремнезема из нерудных минералов Кыргызстана. Кроме того, горнорудные предприятия Кыргызстана ежегодно выбрасывают в окружающую среду многотысячные тонны отходов, которые строительная индустрия способна утилизировать. Отходы образуются в виде дробленого камня или высокодисперсных продуктов, которые улавливаются системами пылеочистки. Это создает реальные предпосылки для расширения сырьевой базы неавтоклавного ячеистого бетона в условиях Кыргызской Республики.

Для этой цели нами изучены возможности использования кремнеземсодержащих материалов месторождений Терек-Сай, Тоо-Моюн и хвостов флотационного обогащения сурьмяных руд АО «КСК» в качестве наполнителя для получения неавтоклавного ячеистого бетона. Нерудная порода Терек-Сайского месторождения представляет собой кристаллы светло-серого цвета, Тоо-Моюнского месторождения – полидисперсные темно-серые кристаллы, хвосты флотационного обогащения сурьмяных руд АО «КСК» - полидисперсный порошок серого цвета.

Для определения фазового состава нерудных материалов они предварительно были обработаны концентрированной кислотой для удаления растворимых примесей. Отмытые водой и высушенные материалы подвергались рентгенофазовому анализу. Результаты расчета дифрактограмм материалов показывают, что кремнезем в изучаемых месторождениях: Терек-Сайского, Тоо-Моюнского и хвостов обогащения сурьмяных руд представлен кристаллической модификацией кварца.

Кварц имеет гексагональную кристаллическую решетку с параметрами $a = 4,913 \text{ \AA}$, $c = 5,405 \text{ \AA} / 2/$. Средние значения параметров решетки кварца, рассчитанные по экспериментальным данным для минерала кремнезема различных месторождений нерудных материалов и хвостов обогащения сурьмяных руд, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значение параметров решетки кварцевого минерала в различных месторождениях нерудных материалов и хвостов обогащения сурьмяных руд

№	Наименования месторождений	Значения параметров решетки	
		$a, \text{ \AA}$	$c, \text{ \AA}$
1.	Терек-Сайское месторождение кремнеземистого кальцита	4,897	5,399
2.	Тоо-Моюнское месторождение углистых сланцев	4,911	5,420
3.	Хвосты обогащения сурьмяных руд АО «КСК»	4,899	5,377

Итак, методом рентгенофазового анализа установлены тип и природа минералов кремнезема в нерудных материалах месторождений: Терек-Сай, Тоо-Моюн и хвостах обогащения сурьмяных руд. Они представлены в виде кварца с гексагональной кристаллической структурой.

Как уже выше было упомянуто, материалы до применения должны подвергаться предварительному измельчению в шаровой мельнице, так как процесс измельчения способствует активации наполнителя, обуславливая участие его в процессе структурообразовании ячеистого бетона. Известно, что для получения ячеистого бетона с величиной средней плотности 400-500 кг/м³ необходимо использование кварцевого песка с удельной поверхностью 2500-3000 см²/г /3/. Поэтому нами изучены сравнительные характеристики размалываемости местных кремнезем содержащих материалов, результаты которых приведены на рис. 1.

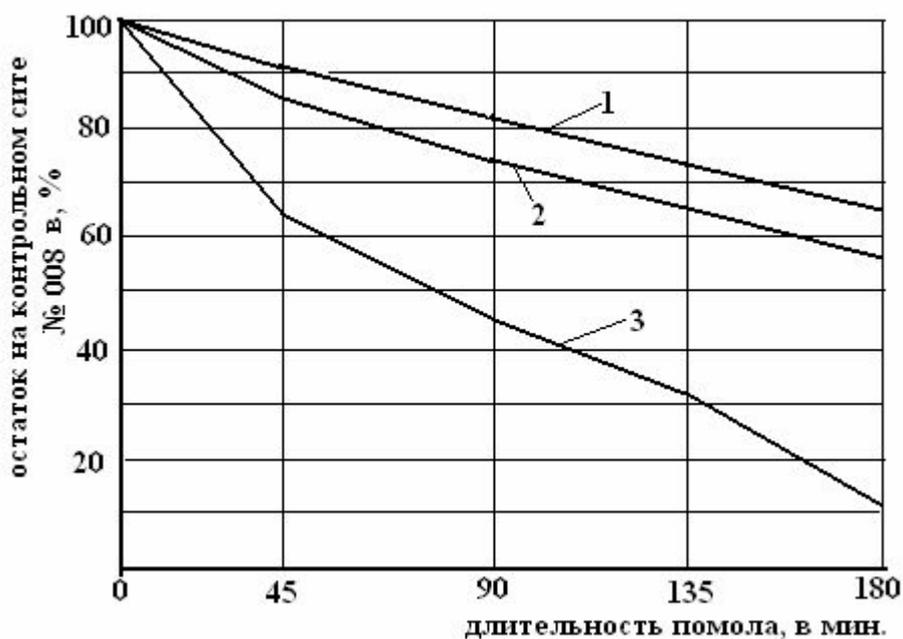


Рис. 1. Размалываемость кремнеземистых минералов:

1 - минерал кремнеземистый кальцит Терек-Сайского месторождения; 2 - лидитовый минерал Тоо-Моюнского месторождения; 3 - кремнеземистый отход хвосты флотационного обогащения сурьмяных руд АО «КСК»

Из рис. 1 видно, что размалываемая способность отхода (хвостов обогащения сурьмяных руд) гораздо ниже размалываемой способности рассматриваемых пород. Анализ кривой измельчения отходов хвостов обогащения сурьмяных руд показывает, что при измельчении в течение 45 мин остаток на сите № 008 составил 64,5 %, при 90 мин - 47 %, 135 мин - 31 % и 180 мин - 10-12 %, т.е. материал измельчается до удельной поверхности, соответствующей 2500-2800 см²/г. Из приведенных данных видно, что процесс его измельчения малоэнергоёмкий в сравнении с природным материалом и представляет интерес с точки зрения использования данного материала в качестве наполнителя для ячеистого бетона. Поэтому необходимым является комплексное изучение качественных характеристик хвостов обогащения сурьмяных руд.

С этой целью были отобраны пробы из отвала хвостов флотационного обогащения сурьмяных руд АО «КСК» (пос. Чаувай Кадамжайского района Баткенской области), образованных при производстве сурьмы из горных пород после отработки киновари. В условиях лаборатории КЦШК был определен химический состав материала, который представлен содержанием следующих оксидов, %: SiO_2 - 70,93; CaO - 12,67; Na_2O - 0,82; Fe_2O_3 - 0,73; Al_2O_3 - 6,92; MgO - 0,03; Sb - 0,10-0,20; As - 0,37- 0,47.

Из химического состава видно, что основными компонентами этого материала являются двуокись кремния (70,93 %), оксид кальция (12,67 %) и глиноземистый компонент (6,92 %). Таким образом, из химического состава очевидно, что основными составляющими является кремнезем, карбонат кальция и незначительное количество глинистых минералов.

Для уточнения фазового состава был произведен рентгенографический анализ проб этого материала на приборе ДРОН-2.0 на отфильтрованном CuK -излучении. Дифрактограммы приведены на образцах исходного материала хвостов обогащения сурьмяных руд АО «КСК» и образцах, обработанных концентрированной азотной кислотой.

Результаты расчета дифрактограммы исходного образца хвостов обогащения (рис.2) показывает, что основными компонентами являются кремнезем в виде минерала кварца β - модификации гексагональной системы с параметрами решетки $a=4,413 \text{ \AA}$ и $c=5,405 \text{ \AA}$ и минерал кальцит CaCO_3 гексагональной системы с параметрами решетки $a= 4,99 \text{ \AA}$ и $c=17,06 \text{ \AA}$, линии которого на дифрактограмме образца, обработанного концентрированной азотной кислотой, отсутствуют (рис.3), так как карбонат кальция, являющийся основной частью минерала кальцита, активно взаимодействует с растворами кислот с образованием растворимых солей кальция, в данном случае нитрата кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.



Рис.2. Дифрактограмма исходного образца хвостов обогащения сурьмяных руд АО «КСК»

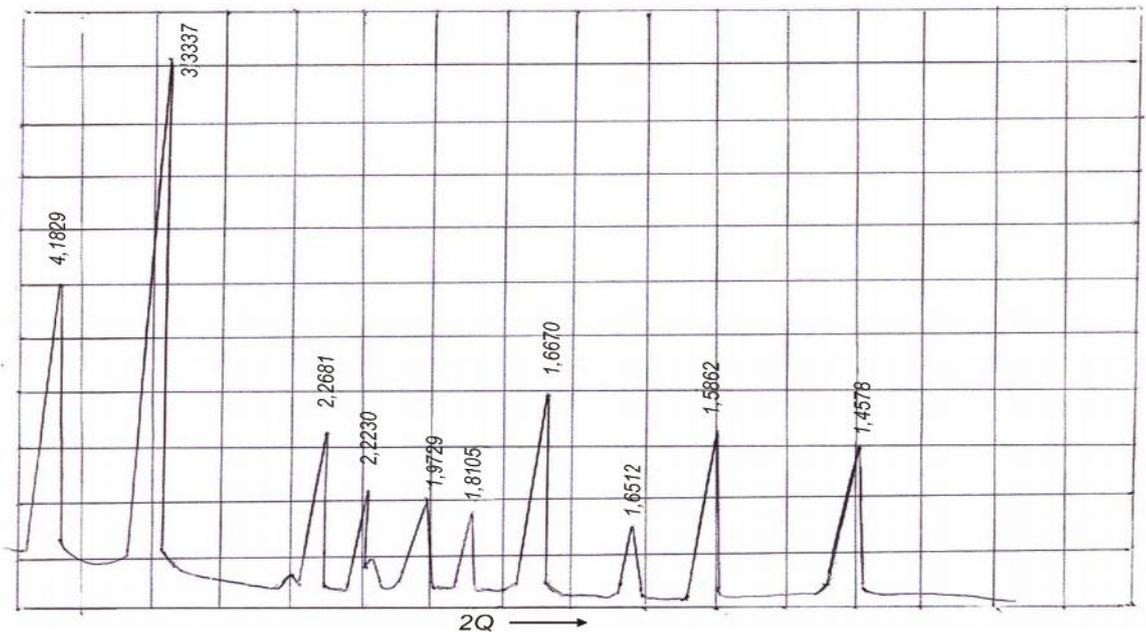


Рис.3. Дифрактограмма образца, обработанного концентрированной азотной кислотой

Для определения содержания токсичных компонентов (Zn, Pb, Cu, Cd) в твердом веществе проводили спектральный анализ. Результаты

спектрального анализа хвостов флотационного обогащения сурьмяных руд приведены в табл. 2.

Результаты спектрального анализа показывают, что из вышеуказанных токсичных веществ Cd отсутствует, остальные компоненты (Zn, Pb, Cu) не превышают предельно допустимых значений.

Из химического состава видно, что основными компонентами этого материала являются: двуокись кремния, карбонат кальция и глиноземистый компонент.

Таблица 2

Результаты спектрального анализа хвостов флотационного обогащения сурьмяных руд

Mn	Ni	Co	Ti	V	Mo	Zr	Cu	Pb	Ag	As
$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-2}$
Zn	Cd	Sn	Ge	Ga	W	Ib	Li	P	Sr	Ba
$4 \cdot 10^{-2}$	-	$12 \cdot 10^{-4}$	-	$7 \cdot 10^{-4}$	-	$< 1 \cdot 10^{-3}$	-	$12 \cdot 10^{-2}$	-	$3 \cdot 10^{-1}$
Be	Bi	Nb	Se	Hf	U	Cr	Th	Au	Pt	Te
-	-	-	$< 2 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	-	-	-	-

Таким образом, хвосты обогащения сурьмяных руд представляют собой дробленый камень с размером частиц от 5 до 50 мм, фазовый состав которого представлен значительным содержанием оксида кремния (SiO_2) - более 70 %. Содержание в отходе кремнеземистых, карбонатных и глинистых минералов, не обнаружено.

Это говорит о том, что при обогащении сурьмяных руд в производстве отход превращается преимущественно в рентгеноаморфную массу. Основной компонент- оксид кремния (более 70 %) находится преимущественно в аморфном состоянии. При условии применения в качестве компонента в составе ячеистобетонных масс будет интенсивно взаимодействовать со свободными оксидами Ca, Mg и Al в процессе механохимической активации в шаровых мельницах.

Список литературы

1. Боженков П. И. Технология автоклавных материалов. - Л.: Стройиздат, 1978. 368 с.
2. Завадский В.Ф. Новые виды наполнителей для получения ячеистых бетонов // Строительные материалы. - 2004. - № 7. – С. 56-58.
3. Аминев Г. Г. Малоцементный неавтоклавный ячеистый бетон // Строительные материалы. - 2005. - № 12. - С. 50-51.