

компоненти довілля. Для вирішення проблеми наповнення звіту з ОВД нами представлені рекомендації для методологічного супроводу визначення обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту із оцінки впливу на довкілля. Цей етап має важливе значення в процедурі оцінки впливу на довкілля, адже з нього починається наповнення звіту з ОВД. Нами надано рекомендація з цього починати, де брати екологічну інформацію і яким чином її узагальнювати для складання звіту з ОВД. Ураховуючи, що даний етап є перед звітним то доцільним є подальше вивчення зазначеної теми.

Перспективи подальшого дослідження. Удосконалення процедури оцінки впливу на довкілля шляхом розроблення методичних рекомендацій для складання звіту з оцінки впливу на довкілля відповідно до природоохоронного законодавства України, вимог Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про оцінку впливу на довкілля Закон України [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>.

2. Про затвердження критеріїв визначення планованої діяльності, яка не підлягає оцінці впливу на довкілля, та критеріїв визначення розширень і змін діяльності та об'єктів, які не підлягають оцінці впливу на довкілля [Електронний ресурс] // постанова Кабінету Міністрів України від 13 грудня 2017 р. № 1010. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1010-2017-%D0%BF>.

ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

*Докладчик – Пелешенко В.А., ст.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина
dist2019d1315@mail.ru*

Доменные шлаки по химическому составу родственны портландцементу, поэтому рациональное использование этих дешевых продуктов в производстве вяжущих веществ давно привлекает ученых. Степень утилизации металлургических шлаков в строительстве до сих пор остается низкой. В производстве строительных материалов утилизируются только охлаждаемые гранулированные (активные стекловидные) шлаки. Кроме того, выпуск

гранулированных доменных шлаков невелик, что снижает долю производства многокомпонентных цементов.

Применение отвальных шлаков в производстве вяжущих материалов очень ограничено. Подобные шлаки представляют собой попутную, комплексно производимую продукцию металлургического комбината, которая требует тщательного изучения для разрешения вопроса наиболее эффективной и экономически выгодной утилизации в строительстве.

Доменные шлаки могут использоваться в производстве вяжущих материалов по двум основным направлениям: в качестве сырьевого компонента производства портландцементного клинкера; в производстве шлакопортландцемента (ШПЦ) путем совместного помола цементного клинкера и шлака.

Согласно результатам рентгенофазового и микрорентгеновского элементного анализа рассчитаны оксидные составы фракций отвального доменного шлака Мариупольского металлургического комбината (ММК) и его кристаллической части, а также модули, КК и КН шлака (таблица 1).

Некоторые элементы находятся только в соединениях стеклообразного состояния (таблица 1): железо, сера, калий, марганец, титан и фосфор. Все другие элементы образуют соединения, находящиеся как в кристаллическом, так и в аморфном состоянии. Причем массовая доля оксидов кальция и алюминия для всех фракций шлака выше в стеклообразном состоянии, чем в кристаллическом. Массовая доля оксидов элементов закономерно изменяется по величине частиц фракций шлака.

Рассмотрим возможность использования фракций отвального доменного шлака ММК в качестве сырьевого компонента производства цементного клинкера. Суммарный оксидный состав рассматриваемого шлака по основным элементам не соответствует оксидному составу глин. Однако, ориентировочные требования к химическому составу глинистых пород для производства портландцемента по отвальному шлаку соблюдаются: массовый вклад MgO не более 5 %, K_2O и Na_2O – не более 3-4 %, массовая доля SiO_2, Al_2O_3 и Fe_2O_3 должна обеспечивать получение необходимых значений M_c , M_{gl} и KH в сырьевой смеси и в клинкере. Превышение содержания зарегистрировано по оксиду SO_3 .

Отвальный шлак является основным, его кристаллическая часть более кислой. Причем кислотность фракций изменяется экстремально по фракциям шлака: с минимумом M_o для фракции 2,5-5,0 мм для кристаллического состояния шлака и с максимумом M_o – для общего оксидного состава этой же фракции. Рассматриваемый шлак по оксидному составу отличается от основных доменных шлаков: завышен массовый вклад CaO и занижен – SiO_2 и Al_2O_3 .

Кристаллическая часть шлака излишне обогащена оксидом кремния, поэтому M_c имеет значения, выходящие за границы оптимального интервала. Для общего оксидного состава гранулометрических фракций шлака значение M_c укладывается в широкий интервал значений.

Таблица 1 – Массовая доля оксидов элементов во фракциях отвального доменного шлака ММК и их классификация по системе модулей

Оксид элемента	Массовая доля оксидов (%) во фракциях шлака (мм) по результатам анализа					
	рентгенофазового			микрорентгеновского (элементного)		
	<0,63	2,5-5	>20	<0,63	2,5-5	>20
SiO ₂	47,99	58,59	44,75	26,61	20,67	30,17
CaO	38,44	22,18	43,39	59,41	66,07	57,68
Al ₂ O ₃	0,416	2,75	0,97	3,3	3,18	5,82
Fe ₂ O ₃	–	–	–	1,15	1,11	0,33
SO ₃	–	–	–	5,29	5,0	1,3
MgO	7,27	13,09	6,48	2,75	2,69	2,85
K ₂ O	–	–	–	0,84	0,87	0,71
MnO	–	–	–	0,46	0,19	0,54
P ₂ O ₅	–	–	–	0,19	0,23	0,21
TiO ₂	–	–	–	–	–	0,38
Модуль	Значение модулей для фракций шлака					
Мо	0,94	0,57	1,1	2,0	2,75	1,67
Mc	115,36	21,31	46,13	5,98	4,82	4,91
Ma	0,009	0,05	0,02	0,12	0,15	0,19
Мгидр.	0,79	0,36	0,95	1,91	2,65	1,59
Мг.ж.	–	–	–	0,17	0,21	0,20
Мгл.	–	–	–	2,87	2,86	17,6
КК	0,96	0,65	1,14	2,42	3,45	2,16
КН	0,28	0,11	0,33	0,72	1,0	0,57
КН по Ли-Паркеру	28,5	13,26	34,32	75,1	100,0	63,0
КН по Кинду-Джангу	0,03	–	0,08	0,47	0,79	0,32

Величина глиноземного модуля укладывается в оптимальный интервал. Наивысшая величина $M_{гл.}$ соответствует широкому интервалу значений для сырьевых компонентов.

Коэффициент насыщения по Ли-Паркеру имеет наивысшее возможное значение 100 для фракции 2,5-5,0 мм. Для остальных фракций КН не достигает наименьшей границы оптимальных значений, аналогично для КН по Кинду-Джангу.

Рассматриваемый шлак относится к активным отвальным доменным шлакам, содержащим более 42 % CaO, 4,5 % SO₃ и менее 1 % MnO. Превышение наблюдается для оксида SO₃.

Изучаемый шлак по минеральному составу относится к гелениново-окерманитовым шлакам. Для него характерны все выше описанные превращения

минералов, особенности минералообразования, а также влияние отдельных оксидов, щелочей и вредное влияние SO_3 при обжиге сырьевой смеси.

Исходя из экспериментальных данных по химическому оксидному составу фракций отвального доменного шлака ММК и по совокупности количественных показателей отходов производства как сырьевых компонентов в производстве портландцемента ($M_{\text{гл.}}$, $M_{\text{о}}$, $M_{\text{гидр.}}$, КК и КН по Ли-Паркеру и Кинду-Джангу) как наиболее активную можно рекомендовать гранулометрическую фракцию с размером частиц 2,5-5,0 мм.

Оценим гидравлических свойств фракций отвального доменного шлака ММК и определим возможности их использования в производстве ШПЦ. Сравнение оксидного состава фракций отвального шлака ММК с оксидным составом цементного клинкера показывает, что качественно и количественно шлак полностью соответствует портландцементному клинкеру за исключением превышения содержания SO_3 .

Отвальный доменный шлак обладает хорошей гидравлической активностью, что подтверждается соотношением массовых вкладов кремнезема и суммы глинозема и CaO , а также расчетом модулей. Модуль основности фракций шлака укладывается в оптимальные пределы. Модуль основности фракций шлака соответствует 3 сорту основных шлаков как активных минеральных добавок. Величина $M_{\text{гидр.}}$ укладывается в оптимальный интервал для всех фракций шлака за исключением крупной. Для кристаллической части шлака $M_{\text{гидр.}}$ существенно меньше. Глиноземный и силикатный модули всех фракций шлака высокие, выходящие за границы оптимальных значений. Для кристаллического состояния шлака расчет $M_{\text{гл.}}$ невозможен, так как железо отсутствует в составе минералов. Коэффициент насыщения КН имеет наивысшее значение 1,0 для фракции 2,5-5,0 мм.

Согласно результатам рентгенофазового анализа фракции шлака содержат различное количество гидравлически активных минералов: <0,63 мм – 63,3 %; 2,5-5,0 мм – 33,7 %; >10 мм – 66 %.

Выбор фракции, рекомендуемой в производстве шлакопортландцемента, основывается не только на характеристике кристаллической части шлака, но и его аморфной составляющей. Более высокие показатели гидравлической активности шлака ММК определены для суммарного состава шлака (кристаллическая и аморфная составляющие) по сравнению с его кристаллической частью. По показателям $M_{\text{гидр.}}$, $M_{\text{гл.}}$ и КН гидравлически более активной является фракция с размером частиц 2,5-5,0 мм, которая рекомендуется ко вторичному использованию в производстве ШПЦ.