



Флейшер А.Ю.



Соколов В.Ю.



Токарчук В.В.



Свидерский В.А.

**Флейшер А.Ю., аспирант,  
Соколов В.Ю., инженер,  
Токарчук В.В., кандидат техн. наук,  
доцент кафедры химической технологии композиционных материалов,  
Свидерский В.А., доктор техн. наук,  
заведующий кафедрой химической технологии композиционных материалов,  
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический Институт», г. Киев, Украина**

## ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ЦЕМЕНТНОЙ ОТРАСЛИ

Рассмотрены возможные пути использования некоторых промышленных и бытовых отходов в цементной промышленности. Приведены экспериментальные данные, подтверждающие целесообразность использования переработанных и модифицированных полимерных фракций бытовых отходов, отработанных растительных масел и отвалных пород угледобычи в качестве минеральных и химических добавок для цементов. Проанализировано влияние указанных добавок на физико-механические свойства цементов, а именно на подвижность растворной смеси, гидрофобность, дисперсность, водопотребность, сроки схватывания и прочность на сжатие.

Процесс прогрессирующего накопления отходов в Украине продолжается по сегодняшний день. Ежегодный объем их за 2003-2010 гг., по экспертным оценкам «Ради повивченню продуктивних сил України Національної академії наук України», составлял 650-750 млн.т, а общее количество накопившихся промышленных отходов превышает 25 млрд. т. Доминирующую их часть составляют промышленные отходы (вскрышные сопутствующие породы, шламы обогащения полезных ископаемых, металлургические шлаки, золошлаки теплоэлектростанций, отходы угледобычи и углеобогащения) и твердые бытовые отходы [1]. Основную массу этих материалов удаляют в отвалы, терриконы, шламо- и хвостохранилища, свалки, полигоны и другие накопители, количество которых уже насчитывает несколько тысяч [2]. Подсчитано [3], что из общего количества ежегодно образующихся промышленных отходов к повторному использованию пригодно около 120-150 млн. т.

Промышленность строительных материалов однозначно является экологическим резервом за счет эффективности утилизации отходов производства и жизнедеятельности человека. Объем утилизируемых отходов в строительной промышленности Украины составляет 10-15 % от их ежегодного образуемого количества [4].

В Украине ежегодно образуется до 35 млн. т твердых бытовых отходов, представленных следующими компонентами: пищевые отходы, бумага и картон, древесина, металлолом черных и цветных металлов, кости, кожа, резина, текстиль, стекло и полимерные материалы. Доля пластиковой фракции составляет около 6 масс. % или около 2 млн. т.

Среди разнообразия пластиковых отходов широкое вторичное использование нашли отходы полиэтилентерефталата

(ПЭТ). Приблизительно треть вторичного ПЭТ используется в производстве волокон для ковров, синтетических ниток, одежды и геотекстиля. Среди других направлений использования вторичного ПЭТ можно выделить производство листов и пленки, бандажных лент, тары.

Отходы пищевой промышленности утилизируются в основном по технологиям, характерным для переработки твердых бытовых отходов жилищно-коммунального хозяйства. Они могут быть использованы для выработки белка, аминокислот, витаминов, ферментов и ряда других видов продукции, таких как натуральные красители, пектин, органические кислоты, этиловый спирт, а также в качестве пищевой добавки при кормлении животных. Из отходов, которые непригодны для переработки на пищевые цели, можно получать кормовой белок, натуральные экологически безопасные удобрения, биогаз.

Ещё одним из крупнотоннажных видов отходов являются шахтные и вскрышные породы угледобывающей промышленности. Сейчас в Украине более 1050 породных отвалов, из них 184 действующих и 201 пожароопасных и более 90 различных отстойников, в которых находится более 85 млн. тонн или 101,4 млн. м<sup>3</sup> шламов и илов. Территория, которую занимают породные отвалы, составляет около 39740 тыс. м<sup>2</sup> земли пригодной для промышленного и жилищного строительства [5]. Основными территориями скопления породных отходов являются Донецкая и Луганская области, на каждую из которых приходится по около 1 млрд. т отвалных пород.

Вскрышные, шахтные отходы и отходы углеобогащения могут быть использованы в качестве компонентов сырья для производства керамических, огнеупорных изделий, цементов и бетонов. Как минеральные добавки такие отходы исполь-

зуются в цементной и бетонной отрасли, а также в дорожном строительстве.

В данной статье представлен ряд новых путей утилизации отходов промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. В частности, путем химической переработки ПЭТ отходов и отработанных растительных масел получены химические композиции на основе азотсодержащих соединений (ДОР № 1 и Д-1, Д-2, соответственно), которые возможно использовать в качестве добавок для цементов, бетонов и строительных растворов. Путем тепловой обработки отвальных пород угледобычи были получены активные минеральные добавки для цементов и бетонов.

Оценка эффективности опытных добавок проводилась следующим образом. Добавка ДОР № 1 вводилась в лабораторную шаровую мельницу вместе с испытуемым материалом, который затем перемалывался при одинаковых условиях. Для полученных материалов проводился ситовый анализ [6].

Добавки Д-1 и Д-2 перемешивались с уже готовым цементом, для которого затем определялись диаметр осадки мини-конуса (для цементного раствора) [6], прочность на сжатие на 1, 3 и 28 суток [6], а также кинетика поглощения влаги при хранении в условиях 100%-влажности [7]. Для определения прочности образцы формовались при одинаковом значении В/Ц=0,25.

В процессе добычи и переработки угля получают побочные продукты трех типов: в виде вскрышных и других пустых пород, добываемых при ведении горных работ, отходов горно-обогатительных комбинатов и отходов обжига (угольная зола).

Возможность использования шахтных отвальных пород и отходов углеобогащения обусловлено тем, что в составе этих материалов чаще всего содержатся преимущественно аргиллиты, алевриты, углистые глинистые сланцы, а также песчаники и известняки.

Отвальные породы угледобычи подвергались термической обработке, после чего готовились смеси их с цементом в разных соотношениях. Прочность на сжатие определялась на 2, 7 и 28 суток. Образцы формовались при В/Ц, отвечающем нормальной густоте. В качестве контрольного состава использовался цемент содержащий гранулированный доменный шлак.

Было изучено влияние добавки ДОР-1 на процесс помола компонентов исследуемых цементов (рис.1). Эффективность использования добавки оценивали по остатку на сите № 008 с различным содержанием добавки. Процесс помола проводили в шаровой лабораторной мельнице на протяжении 1 часа с целью создания одинаковых условий протекания данного процесса.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии предложенной добавки на процессы измельчения клинкера. Введение даже 0,005 мас.% добавки приводит к существенному снижению значений дисперсности материалов – практически в два раза.

На процесс помола гранулированного доменного шлака и термообработанных отвальных пород угледобычи добавка ДОР-1 влияет значительно меньше. Так, при оптимальных для каждого из материалов концентрациях добавки снижение остатка на сите, в сравнении с бездобавочными образцами, составляет 12,9 и 14,5 % соответственно.

Таким образом, предложенная добавки интенсифицирует процесс помола клинкера в значительно большей степени, чем гранулированного доменного шлака и термообработанных отвальных пород угледобычи.

Кроме того, следует отметить, что оптимальными концентрациями для помола компонентов цементов являются несколько различные значения введения добавки. Для клинкера – 0,025, для шлака – 0,075 и для термообработанных пород – 0,050 мас.%.

Представлялось интересным изучить влияние добавки ДОР-1 на физико-механические свойства цементов. Были выбраны следующие составы: 1) цемент бездобавочный, 2) цемент содержащий 50 мас.% клинкера и 50 мас.% гранулированного доменного шлака и 3) цемент содержащий 50 мас.% клинкера и 50 мас.% термообработанных отвальных пород угледобычи. Гипс в цемент вводили в количестве 5 мас.% на клинкерную составляющую. Полученные данные приведены в табл.1.

Прочность цементов с добавкой ДОР № 1 во все контрольные сроки твердения превышает прочность контрольного цемента. С учётом одинаковых значений нормальной густоты цементного теста, скорее всего, при помоле увеличивается доля мелких фракций в цементах, что и приводит к повышению прочности образцов с добавкой. Косвенным подтверждением этого предположения является более существенное повышение прочности образцов цементов с добавкой в ранние сроки твердения. Однако, и в возрасте 28 суток образцы с 0,005 и 0,025 мас.% добавки имеют прочность почти на 20 % более высокую, чем у контрольных образцов.

Введение добавки в составы цементов с гранулированным доменным шлаком приводит к увеличению проч-

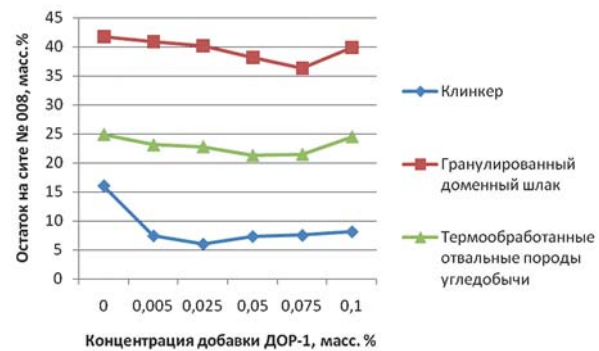


Рис. 1. Влияние добавки ДОР-1 на процесс помола компонентов исследуемых цементов

Таблица 1.

Физико-механические свойства бездобавочного цемента с добавкой ДОР-1

Количество добавки, мас. %	НГ, %	Сроки схватывания, час-мин		Прочность при сжатии, МПа, в возрасте, сут.		
		начало	окончание	1	3	28
0,000	25,0	1-40	3-55	8,9	20,6	42,4
0,005	25,0	1-40	3-20	12,5	26,3	53,6
0,025	25,5	1-35	3-45	19,6	29,0	52,2
0,050	25,0	1-25	3-35	9,9	25,9	40,5