

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 691.32; 691.332

И.А. Ощепков

ДОБАВКА КАРБАМИДА К СЫРЬЕВЫМ СТРОИТЕЛЬНЫМ СМЕСЯМ НА КЛИНКЕРНОМ И ГИПСОВОМ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВАХ

При поиске и исследовании нетрадиционных химических добавок к сырьевым бетонным смесям на основе гипсодержащих минеральных вяжущих веществ было обнаружено положительное влияние карбамида (мочевины) на формирование свойств бетонов [1, 2].

Сведений о применении карбамида как химической добавки ранее по данным патентно-лицензионных исследований зарубежной и отечественной технической литературы автору не встретилось. Сообщались лишь сведения о применении полимерных смол на основе карбамида, например, мочевиноформальдегидных. Отсутствовали сведения о добавке и в информации НИИЖБа [3].

Карбамид $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$ (**1**) относится к органическим соединениям жирного рода с открытой цепью и является полным амидом угольной H_2CO_3 или карбаминовой $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{OH}$ (в свободном виде неизвестной) кислот. Карбамид – кристаллическое, нейтральное вещество, легкорастворимое в воде. Применяется в сельском хозяйстве как азотное удобрение почв, в качестве добавки к кормам для животных, а так же в медицине как мочегонное средство. Карбамид служит сырьем для синтеза успокаивающих и снотворных лекарственных препаратов – адалина, веронала, люминала и других. Его включают в состав некоторых гигиенических зубных паст для профилактики кариеса. Предложено использование карбамида в производстве бактерицидных бетонов, обладающих антисептическими, уринотерапевтическими свойствами [4–6].

Известно, что в производстве большинства видов цементов в процессе помола клинкеров добавляют гипс $\text{CaSO}_4 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$ в пределах 2% (по SO_3), в некоторых случаях – фторогипс, фосфогипс, выполняющих роль сульфатных возбудителей твердения клинкерных минералов C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF , минералов и оксидов доменного шлака шлакопортландцементов, твердотопливных зол уноса золопортландцементов после завершения стадии их гидратации (растворения) при приготовлении водовяжущих смесей.

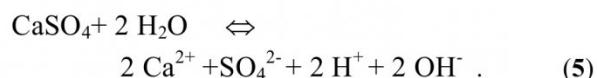
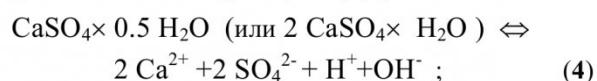
В процессе приготовления бетонных смесей полуводный гипс $\text{CaSO}_4 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$ (**2**) растворяется в водной среде и кристаллизуется в ней с появле-

нием кристаллов полугидрата кальция, а также двугидрата $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (**3**), которые подвержены водной растворимости в нормальных условиях в пределах 2,0 и 8,8 г/л воды, соответственно.

Образующиеся кристаллы водного гипса (**2,3**) (назовем их «чужие») служат зародышами кристаллизации новообразований бетонного камня на основе минералов вяжущих веществ. Чужие кристаллы оказываются замкнутыми в двух модифицированных видах.

В первом виде чужие кристаллы располагаются внутри свободного пространства формирующихся кристаллических структур на основе вяжущих компонентов сырья (назовём их «родные»), образуя так называемый «твёрдый раствор внедрения (TPB)». TPB может на неопределенное время оставаться химически инертным, но может проявлять химическую активность по отношению к кристаллитным новообразованиям на основе вяжущих минералов основного сырья и образовывать твёрдые растворы неупорядоченного замещения, либо упорядоченного – с образованием сверхструктурных фаз. В данном случае речь идёт о способности чужих и родных образований вступать в конкурентную борьбу за занятие узлов кристаллических решёток алюмосиликатных конгломератов.

Примером этому служит способность комплексных соединений (**2,3**) в водной сырьевой смеси, представляющей собой электролит, согласно закону электролитической диссоциации распадаться на ионы по реакциям (**4,5**)



Увеличивающееся число частиц повышает ионную силу водной среды сырьевой смеси и ускоряет растворимость минеральных компонентов как вяжущих веществ клинкеров, так и способных к проявлению вяжущих свойств минералов и оксидов металлургических шлаков и твёрдотопливных зол уноса. Это интенсифицирует процессы формирования структуры бетонов.

К примеру, сульфат – ионы участвуют в образовании гидросульфоалюмината кальция

(ГСАК). В зависимости от условий процесса ГСАК может иметь трехсульфатную (6) или односульфатную (7) формы

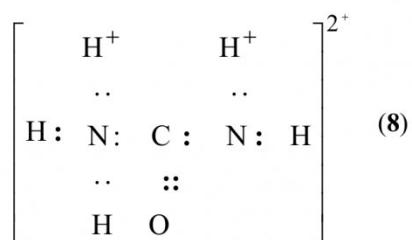
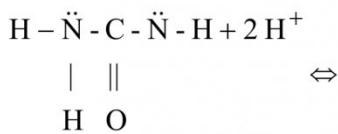


В первом модифицированном виде, как отмечено выше, сосредоточивается, в основном, трехсульфатная форма ГСАК (6) – этtringит, практически нерастворимый в воде.

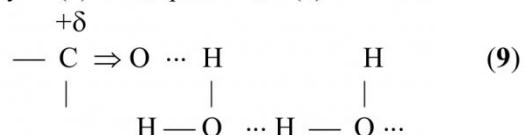
Во втором виде чужие кристаллы располагаются в межкристаллитных порах и капиллярах. К таким кристаллам можно отнести односульфатную форму ГСАК (7), которая, судя по габидусу кристаллов, заполняет поровое и капиллярное пространства [7]. Эта форма ГСАК в уже затвердевшем бетоне способна к росту кристаллитной массы (объёма) до трёхсульфатной формы (6). Это приводит к развитию в бетоне коррозии III вида [8, с 162 – 163] за счёт образования (наличия) в порах и капиллярах бетона солевых образований с участием гипса, воды затворения или внешней адсорбированной воды. Как гипс в виде соединений (2,3), так и в форме односульфатной модификации ГСАК (7), приводят к снижению долговременной прочности из-за возникающих давлений расширения на окружающие структурные образования.

В связи с изложенным выше существенное положительное влияние на формирование долговременной прочности изделий и материалов на основе сырьевых строительных смесей, содержащих клинкерное и гипсовое вяжущие вещества, окажет добавка карбамида [1, 2, 9], которая не только ускоряет набор прочности бетоном на основе цемента, модифицированного гипсом, в ранние сроки твердения, но и повышает его проектную прочность при равном с бездобавочным бетоном водоцементном отношении. Например, бетон проектной марки М300 имел показатели прочности на стадии набора прочности на 10–13%, а в проектном возрасте на 8% выше бездобавочного.

Карбамид (1) обладает способностью свободных неподеленных электронов атомов азота присоединять протоны H^+ с поверхности наполнителей, сорбированные ею из электролитного раствора (см. реакции 4,5), что приводит к увеличению электронной плотности на атомах азота, а, следовательно, и активность электронов (8)



Аналогичные свойства карбамида проявляет и по отношению к образующимся кристаллитными алюмосиликатным новобразованиям, обеспечивая их вандерваальсовое взаимодействие с поверхностью заполнителей. Кроме того, карбамид является транспортным средством для доставки воды, её сохранению на период формирования кристаллических структур бетонов. Доставка воды осуществляется за счёт кислородного фрагмента молекулы, а именно, за счёт водородных связей (...) между атомами кислорода карбонильной группы молекулы (1) и водорода воды (9)



имеющей структуру полимера, обеспечивающую также водородными связями.

Карбамид с «грузом воды», находясь вблизи формирующегося ГСАК наиболее желательной формы (6), отдаёт ему воду до полной его гидратации.

Если не удается интенсифицировать процесс образования ГСАК формы (6) по каким-либо причинам и образуется ГСАК формы (7) как нежелательный конгломерат, можно пойти на увеличение доли карбамида в составе сырьевой смеси до пределов, устанавливаемых опытным путём, с тем, чтобы значительная доля гипса была израсходована как на перестройку кристаллических структур $\text{CaSO}_4 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и ГСАК формы (7), так и на образование новой структуры с участием и на основе карбамида, а именно, на образование нерастворимого в воде комплексного соединения – гидрокарбамидсульфата кальция $\text{CaSO}_4 \times \text{NH}_2\text{CONH}_2 \times \text{H}_2\text{O}$, который с успехом может выполнять роль как зародыша кристаллизации алюмосиликатферритных конгломератов на основе клинкерных вяжущих веществ, так и самостоятельной вяжущей композиции на основе гипса для производства гипсовых изделий.

Таким образом, взаимодействие в системе «вязущие вещества – вода – карбамид – заполнители» можно рассматривать как адсорбционно-катализитический процесс формирования в присутствии карбамида строительных конгломератов улучшенного качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработать технологию микроармированного бетона с пониженными деформативными свойствами / Отчёт о НИР по теме XV-1416: Главкузбассстрой / Руководитель работы И.А. Ощепков // Пр-

ектно – технологический трест по организации и технологической помощи строительству. - Кемерово: Главкузбассстрой. 1973. – 28 с.; 1974. – 74 с.

2. Разработать технологию бетона с применением химических добавок, повышающих, наряду с интенсификацией процесса твердения, его механическую и долговременную прочность / Отчёт о НИР по теме XV-1417: Главкузбассстрой / Руководитель работы И.А.Ощепков // Проектно–технологический трест по организации и технологической помощи строительству. -Кемерово: Главкузбассстрой. 1973. – 55 с.; 1974. –84 с.

3. Руководство по применению химических добавок в бетоне / НИИЖБ. -М.: Стройиздат. 1980. – 55 с.

4. *Ощепков И.А.* Бактерицидные бетоны, модифицированные биологически активными веществами / Вестн. КузГТУ. 1999. № 4.– С. 78 – 81.

5. *Ощепков И.А.* Использование вторичного местного сырья в производстве алюмосиликатных и органических содержащих строительных материалов и изделий // Актуальные проблемы строительного материаловедения / Материалы Всерос. н.-техн. конференции. -Томск: ТГАСУ. 1998. – С. 86 – 87.

6. *Ощепков И.А.* О влиянии некоторых алифатических и карбоциклических углеводородов на свойства цементного бетона // Нетрадиционные технологии в строительстве / Материалы Международного н. - техн. семинара. -Томск : ТГАСУ. 1999.– Ч.2.– С.128 –130.

7. Физико – химические основы формирования структуры цементного камня / Под ред. Л.Г. Шпыновой. -Львов: Высшая школа. 1981.– 210 с.

8. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: Учебн. пособие для вузов. 2 – е изд., перераб. -М. : Высшая школа. 1987. – 415 с.

9. *Ощепков И.А..* Бетон с добавкой карбамида / Информ. листок Кемеровского ЦНТИ. -Кемерово: ЦНТИ. 1995. № 227 – 97. – 2 с.

□ Автор статьи:

Ощепков

Иван Аввакумович

– канд. техн. наук, ст. научн. сотр.,

доц. каф. технологии основного

органического синтеза, научн. рук.

отраслевой научно –исследовательской
лаборатории охраны окружающей среды