УДК 691.002.33: 548.3

В.С.Лесовик

Белгородская технологическая академия строительных материалов

В.В.Строкова

Белгородский инженерно-экономический институт

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ВЫБОРА СЫРЬЯ

Предложен и обоснован кристаллохимический подход к проблеме выбора сырья для производства неорганических строительных материалов. В качестве основных критериев при выборе, проектировании и разработке технологии производства строительных материалов предлагается использовать кристаллохимические параметры вещества следующих стадий: генезис сырья, техногенез, эксплуатация строительных материалов. Выявлена зависимость формирования технологических свойств материалов от степени кристалличности исходных минералов.

Сформулированные принципы выбора рациональной области использования природного и техногенного сырья в промышленности строительных материалов, исходя из кристаллохимических особенностей основных породообразующих минералов, позволили разработать эффективные мелкозернистые бетоны с использованием отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов и технологию их производства.

A crystal- chemical approach to select raw stuff suitable for the production of inorganic building materials is suggested hereinafter, the main criteria at selecting, designing and materials production technology being crystallochemical properties of substances at the following stages viz. raw stuff genesis, technogenesis and use of building materials.

It has been revealed that the grade of crystallinity of the raw stuff influences technological properties of materials. The principles for appropriate use of natural and technological raw materials are formulated in this paper. These principles originate from crystallochemical peculiarities of main rock-forming, minerals and proved effective in obtaining fine-grained concretes of magnetic ferrous quartzites separation wastes as well as their production technology.

Эволюция требований, предъявляемых к сырью, материалу, изделию, столь стремительна, что не принимать во внимание кристаллическую структуру компонента материала – недопустимая ошибка. Изучение эволюции кристаллохимических превращений в системе сырье – материал способствует прогнозированию свойств на уровне выбора исходных компонентов.

В настоящее время невозможно численно (абсолютно) выразить разницу между энергиями разрушения кристаллических решеток двух реальных кристаллов различной степени совершенства при получении,

например, цементного клинкера, однако можно ее выразить через совокупность других показателей, изменяющихся после комплекса приложенных усилий (технологических переделов) при использовании этих самых кристаллов. Так, например, при определении качества клинкера, т.е. показателей, являющихся функцией свойств клинкерных минералов, мы определяем активность цемента, измеряя сроки схватывания смеси, состоящей из того же цемента, песка и воды, и делаем выводы о свойствах клинкера, т.е. клинкерных минералов.

Аналогично нельзя требовать численного выражения энергетического потенциала сырья с различной степенью упорядоченности кристаллической решетки. Реально лишь выстроить ряд по увеличению (уменьшению) энергетического потенциала сырья с изменением одного из многочисленных критериев (показателей) компонента. И это связано не столько со сложностью расчетов, сколько с огромным количеством внешних факторов.

Подобные на первый взгляд противоречия могут встречаться и при использовании кристаллохимического подхода в строительном материаловедении. Но как свидетельствуют результаты изучения данного вопроса, кристаллохимический подход наиболее перспективен.

Разработка теоретических основ кристаллохимии техногенеза, выполнение обширных теоретических, научных исследований в области кристаллохимии, генетической минералогии и материаловедения, рассмотрение основ генетики, экстраполяция адекватных процессов органического мира на неорганический позволило установить зависимость, имеющую закономерный характер. Это явление заключается в наследовании степени совершенства кристаллических структур (степени порядка) минералов в техногенных процессах в ряду сырьевой компонент – новообразование.

Идея наследования структур составных частей природных композитов искусственными возникла еще на стадии сопоставления знаний наук о веществе (литологии, петрографии, минералогии, кристаллохимии, геохимии) и строительного материаловедения. Подход к изучению материаловедения не с точки зрения технологии получения материалов, а с точки зрения наиболее рациональной области использования конкретных горных пород и минералов, позволил нам проследить явно выраженные закономерности: при идентичном минеральном составе пород, но различном генезисе области их применения не совпадают. Теоретически доказанное влияние генетических особенностей природных композитов на структурно-текстурные характеристики и свойства в целом искусственного композита на первом этапе были доказаны на примере отдельных породообразующих минералов.

Данное явление можно продемонстрировать на любых техногенных системах, однако, природа этих явлений и само явление как закономерное до сих пор сформулировано не было.

Установлено, что при одинаковой технологии производства, направленной на создание вещества с высокими технологическими показателями, но с минимумом энергозатрат синтезировать высокозакристаллизованное новообразование (максимально бездефектное и с более высоким видом симметрии) можно, лишь используя в качестве сырьевого компонента вещество также максимально симметричное, хорошо ограненное и с минимальным содержанием дефектов кристаллической решетки.

При разработке схемы кристаллохимических закономерностей в системе сырье – процесс синтеза – новообразование мы руководствовались тремя принципами:

- наличие явления унаследованности структурных особенностей исходных минералов синтезируемыми;
- тенденция к структурной упорядоченности минералов в процессе их искусственного синтеза в оптимальных термобарометрических и минералогических условиях;
- фрактальность (подобие) природных и техногенных процессов.

Установленная зависимость и построение классификации строительных материалов по степени преобразования вещества в процессе синтеза позволила сделать сле-

дующие выводы: для получении вещества с высокими технологическими показателями (прочностные характеристики, огнеупорность, повышенная стойкость к действию агрессивных сред и т.д.) следует синтезировать новообразования с более высоким видом симметрии кристаллов, чем симметрия сырьевых компонентов.

При синтезе веществ, основным технологическим параметром которых является повышенная активность (вяжущие), зависимость обратная: симметрия сырьевых компонентов должна быть выше, чем у новообразованных фаз.

В основе процессов синтеза высокопрочных материалов на основе высокодисперсного сырья лежат два основных фактора:

- активация поверхности исходных компонентов;
- использование для синтеза максимально совершенных (бездефектных) новообразований сырья с минимумом несовершенств (дефектов).

Следующая группа строительных материалов – природные каменные материалы и изделия. Технология их получения не затрагивает вещество на уровне кристаллической решетки. Их получение связано с разрушением целостности породы (бутовый камень), разрушением текстуры (щебень) и с предельными формами вмешательства в природу породы – разрушением структуры. Производство этого класса строительных материалов оперирует минимумом затрат энергии, в результате чего и получает (использует) минимум энергии конечного продукта.

Сформулированные принципы выбора рациональной области использования природного и техногенного сырья в промышленности строительных материалов, исходя из кристаллохимических особенностей основных породообразующих минералов, позволили разработать эффективные мелкозернистые бетоны с использованием отходов мокрой магнитной сепарации (ММС) железистых кварцитов и технологию их производства.

Слабая кристалличность кварца отходов ММС в целом, техногенное воздействие во время дробления и помола в технологии обогащения, механохимическая активация при производстве вяжущих – все это позволяет снизить энергоемкость производства вяжущих за счет синергетизма системы: генезис сырья – обогащение железистых кварцитов – производство вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) и тонкомолотого цемента (ТМЦ). Установлена возможность интенсификации процессов структурообразования мелкозернистых бетонов на основе многокомпонентных вяжущих с использованием техногенного полиминерального песка (отходов ММС) и суперпластификатора за счет механохимической активации системы кварц – амфибол – магнетит (гематит) – цемент – суперпластификатор на основе отходов резорцина.

Применение техногенного полиминерального кремнеземсодержащего компонента с высокоразвитой поверхностью при твердении ВНВ и ТМЦ интенсифицируют процесс синтеза новообразований. Частички отходов ММС с развитой поверхностью выступают в качестве центров кристаллизации, при этом в соответствии с теорией Гиббса – Фольмера значительно уменьшается энергия образования кристаллов, а с учетом значительного уменьшения эффективных радиусов ВНВ и ТМЦ с добавкой суперпластификатора приводит к формированию плотной структуры новообразований.

Таким образом, предложен механизм влияния отходов ММС на оптимизацию строения цементного камня. При твердении системы полигенетический кварц – магнетит (гематит) – цемент кварц различного генезиса в различное время и с различной интенсивностью взаимодействует с клинкерными минералами, что приводит к оптимизации структуры цементного камня, снижению кристаллизационного давления и уменьшению дефектности микроструктуры бетона в целом. При этом происходит последовательный рост новообразований, расширяется их минеральный состав и морфология, формируется преимущественно скрытокристаллическая структура гидросиликатов кальция различной основности, а также гидроалюминаты и гидрофериты кальция.

Результаты проведенных исследований доказывают возможность широкомасштабного использования отходов ММС железистых кварцитов для производства вяжущих низкой водопотребности и тонкомолотых цементов, а также мелкозернистых бетонов, при этом содержание отходов ММС в бетоне достигает 2200 кг/м^3. Подготовлены нормативные документы, позволяющие использовать наиболее крупнотоннажные отходы, накапливающиеся в регионах Черноземья, в дорожной промышленности и стройиндустрии. Внедрение пескоцементной и высокопроникающей смеси при строительстве оснований автомобильной дороги IV категории подтвердило результаты теоретических и экспериментальных лабораторных исследований и позволило получить экономический эффект (465 тыс.руб.).