

## О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ ИЗДЕЛИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Статья посвящена вопросам улучшения качества изделий строительной керамики с применением нетрадиционных технологий. Авторы рассматривают теоретические предпосылки концепции использования различных видов физической активации воды с целью изменения ее свойств и целенаправленного воздействия на изменение структурно - коагуляционных свойств керамики.

Одними из самых распространенных материалов, традиционно используемых при возведении зданий и сооружений, являются керамический кирпич и керамическая плитка. Более чем тысячелетняя практика применения керамических изделий позволяет отнести их к категории наиболее долговечных строительных материалов. И до нынешнего времени строительная керамика продолжает сохранять значение одного из основных видов стеновых и отделочных изделий. Так, например, доля кирпича в общем балансе стеновых материалов составляет около 40%.

В условиях структурной перестройки в области гражданского строительства с ориентированием на индивидуальное жилье, с повышением требований к качеству и комфортности жилых помещений, внешнему виду зданий повысились требования к промышленным строительным материалам, в том числе и керамическим.

Потребитель требует увеличить производство керамического кирпича и камней высокой марочности (М 200 и выше), лицевого кирпича с ровными кромками или фасками, равномерно окрашенного или даже цветного, разной конфигурации (угловой, радиальный и т. п.) и, безусловно, по доступной цене. Аналогичные требования предъявляются сегодня и к изделиям отделочной керамики: увеличение размерности плиток, улучшение эксплуатационных характеристик материала (термостойкость, прочность, износостойкость, морозостойкость, и т.д.), расширение декоративных возможностей.

Устойчивая тенденция к повышению рыночного спроса на качественный керамический кирпич и плитку находится в явном несоответствии с современным положением дел в отрасли производства керамических изделий.

Так, большинство заводов по производству керамического кирпича и плитки сосредоточено в центре Европейской части России. Ряд регионов, несмотря на наличие сырьевой базы,

вынужден ввозить данную продукцию из других регионов, что существенным образом отражается на ее стоимости.

Рост номенклатуры изделий и требований к его качеству, к сожалению, происходит на фоне снижения запасов кондиционного сырья. Исторически сложившийся принцип получения качественных изделий за счет расширения географии разработки высококачественных месторождений в ряде случаев приводит к удорожанию продукции. При таком «покорении природы» нарушаются сотни тысяч квадратных километров земельных массивов горными выработками, карьерами, из недр Земли на ее поверхность перемещаются миллиарды тонн полезных ископаемых и сопутствующих им пустых горных пород, что вызывает локальные и региональные экологические кризисы. Однако, создание материалов на относительно дешевом, легко добываемом, местном глинистом сырье, требует затрат времени и средств, что не всегда целесообразно.

На наш взгляд, решение проблем улучшения качества продукции сегодня заключается в новом подходе к оценке процессов, происходящих на различных стадиях технологии производства керамических изделий в присутствии воды. Это способствует развитию исследований по разработке новых способов улучшения качества изделий либо с применением нетрадиционных сырьевых материалов, либо с использованием нетрадиционных технологий, например, электрофизических.

Для того, чтобы осмыслить и оценить технологические процессы, происходящие в газовых, жидких и твердотельных системах нами предложено использовать два совершенно самостоятельных и равноправных подхода: квази-молекулярно-кинетический (КМК) и квази-термодинамический (КТД) [1]. Используя КМК подход, можно прогнозировать изменение параметров системы «глина-вода» или «глина-добавка-вода» (влажность, температура

сушки и обжига, давление прессования и др.) и объяснять результаты наблюдаемых непосредственно экспериментов как суммарный результат взаимодействия отдельных элементов, составляющих данную систему (минералов, оксидов и др.). То есть, как правило, мы получаем представление о ходе и характере процесса на основании прогнозирования результатов изменения взаимодействия отдельных элементов, из которых состоит система и которые определяют величину, направление и закон изменения макропараметров, описывающих эти состояния системы в целом. Следовательно, изменения общих свойств систем «глина-вода» или «глина-добавка-вода» объясняются исходя из анализа и статистической обработки отдельных этапов взаимодействия элементов, составляющих данную систему.

К изучению процессов, происходящих в системах «глина-вода» или «глина-добавка-вода» возможен и другой подход. Можно представить эти системы как «черный ящик», состояние которого описывается однозначно с помощью набора определенных параметров, которые достаточно точно можно измерять экспериментально. Тогда, изучая законы изменения этих параметров, не входя в детали микропроцессов, происходящих в системе, можно делать целый ряд выводов относительно идущих в системе процессов в целом столь же достоверных, как и при КМК подходе. Такой подход к изучению поведения систем в целом мы называем квазитермодинамическим (КТД).

Однако существует целый пласт явлений, которые с точки зрения классической физики либо маловероятны, либо вообще невозможны. К таким явлениям относятся, например, различные феномены остаточного влияния магнитных полей на элементы биотехносферы, в частности, феномен магнитной памяти воды. Эти явления в классической физике не только однозначно не описаны, но и вообще маловероятны, а то и просто невозможны. С другой стороны, в технике давно известны и широко применяются эти феномены, следовательно, они давно существуют и приносят реальную пользу.

Электрофизические технологии получили свое развитие во многих отраслях промышленности [2-3], в том числе и в производстве строительных материалов: в технологии производства высококачественных активированных заполнителей; в технологии электроактивации вяжущего и электрорегенерации потерявшего

активность вяжущего; при подготовке бетонных смесей и их твердении; при утилизации некондиционных и отслуживших свой эксплуатационный срок изделий и конструкций; в технологии создания защитно-декоративных покрытий на строительных материалах и т.д. В меньшей степени электрофизические технологии нашли применение при создании различных керамических материалов.

В этой связи, данная работа по улучшению качества изделий строительной керамики (стенной, отделочной и др.), с использованием физической активации воды магнитными и электрическими полями является весьма актуальной.

В технологии керамики при выборе глинистого сырья большое внимание уделяется его способности образовывать при взаимодействии с водой различных структур (суспензии, пластичные массы, пресс - порошки). Получение различных по свойствам формовочных масс является важным технологическим переделом, обеспечивающим требуемую тонкость помола сырья, однородность химического и минералогического составов гранул пресс порошка, способность отформованных изделий в условиях определенного режима обжига спекаться с образованием прочного черепка. В системе «глина-вода» твердая часть находится во взвешенном состоянии, а связь между его частицами осуществляется под действием молекулярных Ван-дер-Ваальсовских сил и электрических сил поверхностных взаимодействия зарядов частиц, действующих через тончайшие пленки воды, покрывающих их поверхность. В этих условиях свойства водных пленок определяют структурно-механические свойства формовочных масс. От состояния связи воды с частицами твердой фазы и адсорбционных свойств последних зависят такие технологические свойства формовочных масс, как способность глин набухать и распускаться, текучесть при минимальном водосодержании, нераслаиваемость при длительном хранении и другие. Отсюда возникает новый аспект проблемы повышения качества строительной керамики - направленное изменение свойств воды с помощью внешних физических воздействий.

По представлению Я.И. Френкеля [4-5], вода по своей структуре ближе к твердым телам, чем к газам. Молекулы воды в жидкостях, как и молекулы в твердых телах, совершают тепловые колебания около некоторых положений равновесия. Причем, колеблющиеся части-

цы переходят скачкообразно из одного равновесного положения в другое. Значит по сравнению с газами, молекулы которых движутся хаотично, молекулы воды ведут достаточно «оседлый образ» жизни. Образование такой своеобразной структуры основано на способности молекул воды взаимодействовать друг с другом с помощью водородных связей.

Молекула воды имеет два положительных заряда, образованных протонами, и два отрицательных заряда, образованных двумя парами необобщенных электронов в атоме кислорода. В силу наличия этих четырех зарядов образуются четыре водородных связи между четырьмя молекулами воды. Водородные связи слабее химических связей, которые равны нескольким десяткам кДж/моль, но они сильнее Ван-дер-Ваальсовских связей, величина которых составляет десятые доли кДж/моль. Величина водородных связей равна 25 кДж/моль или 6 ккал/моль [6]. В силу таких особенностей водородных связей, структура воды крайне неустойчива. В ряде случаев трудно разграничить, что влияет в большей степени на физические свойства воды - водородные связи или структура воды. Однако в некоторых случаях такое разграничение возможно. Так, наличие водородных связей обуславливает поверхностное натяжение воды, ее магнитную восприимчивость, высокую диэлектрическую проницаемость и другие свойства. От структуры воды зависят такие свойства ее как плотность, теплоемкость, анизотропия электросопротивления в магнитном поле и другие [6]. Большую роль для понимания зависимости изменения свойств воды от ее структуры сыграла теория О.Я. Самойлова о феномене заполнения пустот в структуре воды [7]. Автор высказал гипотезу о том, что скачкообразное движение молекул воды происходит главным образом по пустотам в структуре воды, поскольку молекулы в них имеют «свободу для быстрого перемещения».

Структуру воды можно изменить путем обработки ее в ультразвуковом, магнитном, электромагнитном полях, электролитическим способом. Очень сильно на структуру и свойства воды влияют условия, возникающие на границе раздела с воздухом и твердыми телами, где образуются гидратные слои [8-9]. Из этих работ видно, что тонкие пограничные слои активированной воды, находящиеся в сфере действия поверхностных сил, сильно структурированы и обладают особыми физико-механическими свойствами:

повышенной плотностью, ощутимым сопротивлением сдвигу, более высокой температурой кипения и другими аномалиями. Толщина таких слоев может изменяться от 50 до 100 ангстрем в зависимости от степени и способа активации воды. Однако сегодня нет полной ясности в вопросе о том, как физико-химические свойства самой воды (вязкость, поверхностное натяжение, смачивающая и диссоциирующие способности, коагуляционные свойства и др.) влияют на технологические процессы.

В.В. Капрановым и Н.И. Горбуновым [10] впервые для затворения применена вода, прошедшая электролитическую обработку, и имеющая в своем составе избыточные ионы  $H^+$  и  $OH^-$ . Для работы в этом направлении авторами в качестве факторов внешнего воздействия на воду для затворения шликера были выбраны электрические и магнитные поля. По нашему мнению, при электролитической обработке происходит разрыв водородных связей в структуре воды и разрыв некоторых связей  $H-O$  с последующей ионизацией и образованием свободных ионов  $H^+$  и  $OH^-$ . При увеличении количества разорванных связей, увеличивается число молекул, сошедших со своих положений равновесия, а значит, увеличивается количество свободных молекул воды, принимающей участие в разжижении керамической суспензии. За счет разрыва водородных связей ионы обладают большей подвижностью, легче проникают к активным местам в решетке твердого тела, вызывая его диспергирование. Однако, возможность промышленного использования этих методик вызывает большие сомнения из-за сложной технологии получения используемого в технологических процессах католита, значительных энергетических, эксплуатационных и капитальных затратах (более чем половину обрабатываемой воды приходится утилизировать) и др.

Наиболее часто в технологии строительных материалов используется магнитная активация [11]. Работы, проведенные Классеном В.И и его школой, выявили, что физическая активация воды стимулирует коагуляцию частиц, значительно влияет на степень их взаимосцепления, изменяет смачивающую способность воды и др. свойства [2]. Есть исследования, указывающие на влияние физической активации воды на коагуляционное структурирование в водных глинистых дисперсиях [3]. То есть, все указывает на то, что физическая активация воды, которая применяется для затворения формовочных

масс, способна улучшить качество строительных материалов в том числе стеновых, отделочных и др. керамических изделий.

Однако, не смотря на перспективность ее использования, широкого применения в строительных технологиях она до настоящего времени не находит. Это объясняется плохой воспроизводимостью результатов, получаемых с помощью выпускаемых для «омагничивания» воды стандартных промышленных аппаратов, которые не обеспечивают необходимую степень магнитной активации воды.

Существует целый ряд теоретических моделей, объясняющих механизм изменения свойств воды, движущейся в магнитном поле, [2, 6, 12, 13, 14], однако ни одна из них не дает возможности достаточно достоверно прогнозировать, а тем более рассчитать, результаты воздействия на воду магнитного поля. Более того, с позиций классической физики, феномен «магнитной памяти» воды до конца не понятен и теоретически невероятен. Физическая природа происходящих в воде физико-химических изменений при воздействии на нее магнитного поля до настоящего времени не совсем ясна, хотя сам феномен не только достоверно установлен, но и широко используется в технике с 1947 года [15].

Для того, чтобы повысить воспроизводимость получаемых в результате магнитной активации воды результатов, нами был разработан оригинальный аппарат Помазкина для магнитной обработки воды, защищенный патентом РФ, который обеспечивает стабильную воспроизводимость получаемых при обработке пара-

метров, не зависимо от изменения рабочих режимов обрабатываемой воды [16]. Широкому внедрению в промышленную практику в значительной мере препятствовало отсутствие надежного экспрессного метода контроля степени физической активации воды. Разработанный нами экспресс-анализ физической активации жидкостей [17] позволил нам не только надежно контролировать величину произошедших в обрабатываемой воде изменений, но и определить параметры необходимой и достаточной глубины произошедших в воде изменений, позволяющих получать нужный положительный эффект активации. Нами разработан оригинальный метод электроактивации воды, позволяющий получать более глубокие, стабильные и надежные результаты необходимой степени активации воды [18].

Это позволило авторам провести исследование по влиянию различных видов физической активации воды - магнитная и электроактивация четырех режимов, в ходе которой сила воздействия тока изменялась от 0,5 до 2 А, на технологические и эксплуатационные свойства керамических изделий. Нами обследованы дообжиговые и обжиговые свойства (разжижение шликерных масс, воздушную и огневую усадки, коэффициент чувствительности, плотность, прочность) двухкомпонентных смесей, в которых доли глинистого вещества и песка соответственно составляли (масс., %): 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50. Проведенные исследования позволили экспериментально доказать целесообразность применения физической активации воды при производстве керамических изделий [19, 20].

**Список использованной литературы:**

1. Помазкин В.А., Неспещифические воздействия физических факторов на объекты биотехносферы, Монография, Оренбург, ИПК ОГУ, 2001, с. 340.
2. Классен В.И. Вода и магнит. - М.: Наука, 1973.
3. Круглицкий Н.Н., Оровченко Б.И. Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. - М.; ЦНИИТЭИ, 1973- с.209-214.
4. Френкель Я.И. Введение в теорию металлов. - Ленинград: 1972.
5. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. - М. - Л.: Изд-во АН СССР, 1972.
6. Стукалов А.В. и др. Магнитная обработка воды. - Л.: Судостроение, 1969.
7. Самойлов О.Я. Структура водных растворов, электролитов и гидратация ионов. - М.: Изд-во АН СССР, 1957.
8. Дерягин Б.В., ДАН СССР, 172, 5, 1121, 1967.
9. Мецник М.С., Айданова О.С. Исследования в области поверхностных сил. - М.: Наука, 1964.
10. Капранов В.В., Горбунов Н.Г. Исследование влияния обогащения воды затворения ионами  $\text{OH}^-$  и  $\text{H}^+$  на изменение пластической прочности цементного теста и цементно-песчаного раствора: Сб. науч. Тр. «Моделирование научных процессов». - Вып. 72. - Челябинск, ЧПИ, 1970 - с.98-104
11. Свинухов В.Я., Парамонов Н.Д., Афанасьева В.Ф., Патрасенко В.С. Магнитная обработка воды в производстве сборного железобетона. Международная научно-практическая конференция «Критические технологии в строительстве. - М., 1998 - с.104-106.
12. Орел М.А. и др. Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. - М.; ЦНИИТЭИ, 1977 - с.64-66.
13. Миненко В.И. Магнитная обработка водно-дисперсионных систем. - К.: Техника, 1970.
14. Тренчер К.С., Дудолова А.Г. Вопросы теории и практики обработки воды и водных систем. - М.; ЦНИИТЭИ, 1971 - с.86-87.
15. Vermeiren T., Belg. Patent № 460560, 1945.
16. Аппарат Помазкина для магнитной обработки воды, Патент РФ Ки № 2096339 С1, Помазкин В.А., Бюлл. № 32, 20.11.97.
17. Экспресс-анализ физической активации жидкостей, Патент РФ ЕЛ № 2097559 С1, Помазкин В.А., Бюлл. №32, 20.11.97.
18. Способ подготовки воды для теплоэнергетики, Патент РФ, КЦ № 2096336 С1, Помазкин В.А., Бюлл. №32, 20.11.97.
19. Гурьева В.А., Помазкин В.А., Редько Л.Т. Исследование свойств керамического шликера: Материалы междунауч.-практ. конф. «Строительство-2002». - Ростов-на-Дону, РГСУ, 2002 - с. 73-74.
20. Гурьева В.А., Помазкин В.А., Редько Л.Т. Опыт применения активированной воды в производстве керамических изделий/ Известия вузов. Строительство. - 2004. - № 2. - с. 52-54