

Лесовик В.С., чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Володченко А.А., канд. тех. наук, м. н. с.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## К ПРОБЛЕМЕ ТЕХНОГЕННОГО МЕТАСОМАТОЗА В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ\*

naukavs@mail.ru

*В процессе существования объектов неорганического мира постоянно переносится огромное количество вещества от этого зависит долговечность строительных композитов. «Техногенный метасоматоз» в строительном материаловедении это стадия в эволюции строительных материалов, характеризующаяся приспособлением композита к изменяющимся, при эксплуатации зданий и сооружений, условиям. Реализовано это направление в рамках нового трансдисциплинарного научно-го направления геоника (геомиметика).*

**Ключевые слова:** техногенный метасоматоз в строительном материаловедении, геоника (геомиметика), интеллектуальные композиты, энергосбережение, техногенное сырье, новые технологии, «зеленые» материалы.

По мере развития цивилизации человек постоянно стремится улучшить комфортность своего существования. Это и является основным направлением развития науки, промышленности и народного хозяйства. Создание среды обитания в т.ч. строительство зданий и сооружений важнейшее направление деятельности вида Homo Sapiens. За многовековую историю мы прошли путь от пещер до создания комфортных «умных» домов в которых в автоматическом режиме создаются комфортные условия для жизни человека: определенная влажность, температура, состав воздуха, акустика, колористика и т.д.

В начале основным требованием при строительстве, была прочность жилища, затем температура, в недалеком будущем наряду с этим будут внедряться системы создающие условия для активного труда, восстановления работоспособности после трудового дня и т.д.

Особые условия среды обитания будут создаваться в детских учреждениях, домах для престарелых, больных палатах в зависимости от специфики лечения и т.д. Для этого на базе трансдисциплинарных исследований разрабатываются фундаментальные основы создания строительных композитов нового поколения.

Известно, что создавая материалы, мы пытаемся копировать геологические процессы, а строительные композиты являются техногенным аналогом горных пород. Например, аналог бетона на крупном заполнителе – это конгломерат, аналог мелкозернистого бетона – это песчаник, затирка коренных отложений водными потоками – штукатурка стен в зданиях и сооружениях и так далее. Создавая строительные материалы мы не можем пока добиться качества и свойств природных аналогов. Например, пеностекло с плотностью 150-200 кг/м<sup>3</sup> имеет предел прочности при сжатии максимум в 1,5 МПа, а поризо-

ванные базальты, вулканические поризованные породы с такой же плотностью имеют прочность в 5-6 раз больше. То же самое можно сказать и по ячеистому бетону гидратационного твердения или, например, кладочные растворы – это такая анизотропная текстура, которая полностью копирует (напоминает) полосчатые горные породы. Но если кладочные растворы в конструкциях имеют предел прочности на разрыв примерно 1 МПа, то полосчатые породы имеют предел прочности на разрыв до 70 МПа. Именно исследования микроструктуры горных пород дало нам возможность существенно улучшить качество аналогичных материалов.

Направление развития материаловедения, идет по пути создания микро- и наноструктур, т.е. мы постоянно уменьшаем размер частиц сырьевых компонентов и структурных элементов композитов от чугуна к стали: от бутобетонных и бетонов на крупном заполнителе к мелкозернистым порошковым бетонам и нанобетонам и др.

Многие научные школы всех государств мира работают над созданием новых строительных композитов, разрабатываются технологии их производства, изучают свойства и т.д. Мы отдаем приоритет начальным свойствам строительных композитов, и забываем о них в процессе эксплуатации. А при эксплуатации одни и те же строительные материалы попадают в специфические условия, в них протекают различные процессы. Некоторые здания и сооружения при эксплуатации не выдерживают внешних воздействий и разрушаются (рис. 1).

Представляется, что необходим комплекс мер по исследованию строительных материалов в условиях эксплуатации, особенно в конкретных условиях с учетом изменений в среде обитания человека, с возрастающими экологическими нагрузками. Ведь за последние десятилетия природных процессов катастрофических по

последствиям возросло в 4 раза, число наводнений в 6 раз, число пострадавших от чрезвычайных ситуаций возросло с 2 до 154 млн. в год. Наряду с проблемами загрязнения воздуха, почвы и воды человечество столкнулось с проблемой борьбы с шумом. Всё это обусловлено тем,



что вредное воздействие шума на организм человека, на животный и растительный мир бесспорно, установлено наукой. Человек и природа все больше страдают от его пагубного воздействия.



Рис. 1. Разрушение кирпичной стены

Теоретической основой повышения долговечности строительных материалов может быть техногенный метасоматоз в строительном материаловедении [1]. Это стадия в эволюции строительных материалов, характеризующаяся приспособлением композита к изменяющимся, при эксплуатации зданий и сооружений, условиям. Это химическое взаимодействие в системе «Вязущее-заполнитель-наполнитель-добавки-порový раствор-окружающая среда» с изменением химического состава, при котором растворение исходных компонентов и синтез новообразований происходит почти одновременно.

Одним из механизмов «техногенного метасоматоза» являются противоречия между вещественным составом и структурой строительных конструкций, а также новыми термодинамическими условиями в которое они попадают во время строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Термин «метасоматоз», для природных объектов, по Коржинскому Д.С. это естественный процесс замещения горных пород с изменением химического состава, при котором растворение старых минералов и отложение новых происходит почти одновременно, так что в течение процесса замещаемые горные породы все время сохраняют твердое состояние [2].

Техногенный метасоматоз был предложен для описания эволюции гидrolитосферы в условиях техногенеза. [3]. Обобщены материалы об эволюции химического состава континентальной гидrolитосферы в эпоху техногенеза. Изложена новейшая история миграций химических элементов, образующих наиболее распространенные ассоциации ингредиентов. Приводятся особенности образования и развития техногенных гидрогеохимических аномалий в промыш-

ленно-урбанизированных и сельскохозяйственных регионах. Показаны закономерности техногенной метаморфизации подземных вод как основы прогнозирования изменений их качества.

В работах Сиротина В.И. [4] рассматривается метасоматическая природа коры выветривания и предложена метасоматическая модель формирования и преобразования (диагенез, катагенез) бокситоносного латеритного профиля КМА. Теоретически возможные случаи метасоматического замещения находят подтверждение в модели. Предложенная модель позволила значительно конкретизировать и углубить представления о механизме формирования бокситоносных латеритных.

На основе вышесказанного предложено понятие «Техногенный метасоматоз» в строительном материаловедении. Его суть заключается в эволюционном приспособлении строительных материалов к новым термодинамическим условиям в преобразовании свободной поверхностной энергии новообразований строительных материалов в связанную при образовании новых соединений, возникающих за счет взаимодействия веществ внешней среды с компонентами строительных материалов.

Впервые информация о эволюции строительных материалов и влияния на среду обитания была доложена в 1994 году на международном конгрессе 12. Ibaus. Internationale Baustofftagung в г. Веймар (Германия) и опубликованы в журнале Известия вузов. Строительство. В нынешней интерпретации техногенный метасоматоз в строительном материаловедении опубликован в Новосибирске в 2015 году [1,5,6].

В основе получения и эксплуатации строительных материалов лежат физико-химические и химические явления и процессы, переосмысле-

ние и понимание которых возможно при переходе на трансдисциплинарные исследования.

Стройиндустрия эволюционирует по направлению не производства, но и повышения значимости роли химических и физико-химических процессов. Например, применение вяжущих веществ совершенствуется в ходе изучения процессов, протекающих при их твердении и последующей эксплуатации материалов на их основе. Использование знаний химических

процессах, протекающих в строительных материалах позволит резко повысить свойства композитов, и получать материалы нового поколения [7].

Техногенный метасоматоз – это самый сложный механизм (рис. 2). Это и перекристаллизация, и диффузия, и дегидратация, кристаллохимические превращения, трансформация в кристаллических решетках минерала, аутогенез (выделение твердой фазы и раствора).



Рис. 2. Сложнейший механизм техногенного метасоматоза

Понимание этих процессов исключительно важно при решении проблемы повышения эффективности технологии производства и качества строительных материалов. Так направление ухудшения качества и свойств материалов вызывается из-за нежелательных процессов, не только внешних – воздействие  $\text{CO}_2$ , агрессивных сред, но и внутренних – коррозия, перекристаллизация, старение и т.п.

Так, например за последние 200 лет содержание углекислого газа в атмосфере Земли стабильно нарастает. В доиндустриальную эпоху оно не превышало 280 объемных частей на миллион (ppm), а сегодня достигает 365 ppm и имеет тенденцию к росту. На основании статистики, в 2012 году мировые выбросы  $\text{CO}_2$  составили 34 млрд. тонн и на 50 процентов превысили показатели 1990 года. Согласно данным, озвученным на Международном экономическом форуме (IWR) в городе Мюнстер, в случае сохранения текущей тенденции объём глобальных выбросов углекислого газа к 2020 году вырастет на 20 % и составит более 40 млрд. тонн. Для сравнения: в 1990 году объём глобальных выбросов углекислого газа едва достигал 22,7 млрд. тонн [8]. Концентрация углекислого газа в атмосфере достигла высокого уровня за последние 420 тыс. лет. Все это необходимо учитывать при проек-

тировании и использовании строительных композитов.

Весь комплекс сложнейших физико-химических превращений, то есть техногенный метасоматоз, при учете этих явлений при проектировании материала, позволит композиту, реагируя на внешнее воздействие самозалечивать дефекты, которые образуются при эксплуатации, восстанавливать свои первоначальные характеристики и приведет к упрочнению материала при увеличении нагрузки в условиях техногенного стресса который ощущает не только человек, но и строительные материалы, в окружении которых вид Homo Sapiens проводит около 80 % своей жизни [9].

Изучение механизмов процессов протекающих в строительных материалах, в изменяющихся условиях эксплуатации, переход на трансдисциплинарные исследования и т.д. позволит создавать новые технологии и материалы для нового этапа развития цивилизации.

*\*Статья подготовлена в рамках выполнения научного проекта РФФИ №14-41-08002 «Теоретические основы проектирования и создания интеллектуальных композитов с заданными свойствами».*

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лесовик В.С. Техногенный метасоматоз в строительном материаловедении // Международный сборник научных трудов «Строительные материалы – 4С: состав, структура, состояние, свойства». Новосибирск. 2015. С. 26–30.
2. Коржинский Д.С.. Подвижность и инертность компонентов при метасоматозе // Известия АН СССР. Сер. геол., № 1. 1936. С. 35–60.
3. Тютюнова Ф. И. Гидрогеохимия техногенеза. Отв. ред. К. Е. Питьева; АН СССР, Ин-т литосферы. - Москва : Наука, 1987. 334с.
4. Сиротин В.И. История минералов свободного глинозема и эволюция литолого-минералогических типов бокситов КМА // Литология и полезн. ископаемые. 1973. -№ 6. С.68–83.
5. Lesovik W.S., Gridchin A.M.. Zum Problem der Forschung des System Mensch-Stoff-Umwelt.12. Ibaus. Internationale Baustofftagung. Weimar, 1994.
6. Лесовик В.С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов // Известия вузов. Строительство. 1994. № 7, 8. С. 96–100.
7. Сидоров В.И., Агасян Э.П., Никифорова Т.П. Химия в строительстве. Изд-во АСВ. 2007. 300с. ISBN 978-5-93093-503-5
8. Климат: Мировые выбросы углекислого газа [Электронный ресурс] // Renewable Energy Industry [сайт] [2012]. – URL: [http://www.renewable-energy-industry.com/press-releases/press-releases\\_detail.php?changeLang=ru\\_RU&newsid=4338](http://www.renewable-energy-industry.com/press-releases/press-releases_detail.php?changeLang=ru_RU&newsid=4338) (Дата обращения: 13.11.2012 г.).
9. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 196 с.

---

**Lesovik V.S., Volodchenko A.A.**

**THE PROBLEM OF TECHNOGENIC METASOMATOSE IN MATERIALS SCIENCE**

*In the process existence of the objects of the organic world is constantly transferred to a huge amount of material depends on the durability of construction composites. "Man-made metasomatoz" in building materials is a step in the evolution of building materials, characterized by adaptation to changing composite, the operation of buildings and structures, conditions. Realized this trend in the new transdisciplinary scientific field geonika (geomimetika).*

**Key words:** *technogenic metasomatism in building materials, geonics (geomimetics), smart composites, energy saving, technogenic raw materials, new technologies, "green" materials.*