

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Строительные материалы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» Котляра Владимира Дмитриевича на диссертацию Захарова Александра Ивановича «Научные основы формообразования керамических изделий», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» и 17.00.06 «Техническая эстетика и дизайн»

На отзыв были представлены следующие материалы:

- текст диссертационной работы, изложенной на 416 страницах, состоящий из введения, 3 разделов, общих выводов, библиографического списка, включающего 401 наименование, приложений. Работа содержит 127 рисунков и 44 таблицы;
- автореферат объёмом 33 страницы;
- сканы публикаций соискателя в количестве 15.

Общая характеристика работы

Тема докторской диссертации Захарова А. И. – «Научные основы формообразования керамических изделий» охватывает целый комплекс основных вопросов технологии производства керамики, включающих форму и свойства конечного изделия, выбор способа формования, а также изменения, происходящие с формой полуфабриката во время сушки и обжига. Эти вопросы всегда находятся в центре внимания технологов, разрабатывающих технологию и оптимизирующих её параметры с целью снижения дефектности и повышения качества продукции. Однако разнообразие керамических материалов, способов их получения и обработки зачастую не даёт возможность выйти из рамок конкретного производства и увидеть общие черты, присущие образованию формы изделия, ее изменениям в процессе производства и эксплуатации. В связи с этим рецензируемая работа, ставящая своей целью выработку единых критериев формообразования керамических изделий, представляет значительный интерес.

Акцент на повышении энергоэффективности, как насущном требовании к разрабатываемым технологиям и изделиям, сделанный автором диссертации, отвечает задачам развития экономики России. Это существенное обстоятельство подчеркивает **актуальность** диссертационной работы.

В работе Захарова А. И. показано, что вопросы промышленного дизайна керамических изделий нельзя рассматривать в отрыве от их технологии, напротив, современный этап развития промышленного дизайна характеризуется тесной взаимосвязью дизайнерских разработок с возросшими технологическими возможностями.

Потому формулировка цели работы – «Разработка принципов теории и методологии формообразования и конструирования керамических изделий

промышленного дизайна художественного и технического назначения, на основе используемых в технологии и дизайне критериев технологичности, ресурсосбережения и повышения их функциональной эффективности» является вполне логичной. Совместное рассмотрение задач дизайна и технологии придает рецензируемой работе особую ценность.

Тематика работы соответствует паспортам специальностей 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» и 17.00.06 «Техническая эстетика и дизайн».

Работа состоит из введения, трех разделов, выводов и приложения, изложена на 416 с., иллюстрирована 127 рисунками, содержит 44 таблицы. Библиографический список включает 401 позицию.

Во введении автор обосновывает цель работы, описывает научную новизну, теоретическую и практическую значимость диссертации.

Новизна и основная ценность выполненной работы Захарова А.И. в соответствии с целью и поставленными задачами заключается прежде всего в следующих представленных научных положениях:

- установлено, что общими критериями оценки сложности формы керамических изделий промышленного дизайна являются его фактор формы (отношение объема материала к площади поверхности изделия) и симметрия, характеризующая равномерность распределения объема материала по конфигурации изделия;

- показано, что применение принципа суперпозиции симметрии полей формовочных усилий, температур и влажностей при термообработке, термомеханических усилий при эксплуатации позволяет оптимизировать дизайн изделий и технологию;

- разработана классификация дизайна керамических изделий по функциональности и особенностям формообразования, связанных с симметрией изделий, на три категории: облицовки – высокосимметричные модульные изделия, имеющие плоскостную, осевую (поворотную) и центральную симметрию, оболочки – емкости, имеющие плоскостную, осевую и (редко) – центральную симметрию, и конструкции, имеющие плоскостную, реже – осевую и центральную симметрию, а также ассиметричные;

- показано, что образование дефектов дизайна изделий на разных стадиях жизненного цикла (производстве и эксплуатации) является результатом несоответствия величины и направления (симметрии) прикладываемых внешних усилий;

- разработана методика определения локальной открытой пористости капиллярным всасыванием для определения неоднородности поверхности керамического полуфабрикатов и изделий промышленного дизайна.

Теоретическая значимость диссертации Захарова А. И. заключается в выработке общих критериев оценки сложности керамических изделий для их

дизайна и технологии, и установлении соответствия между формой, габаритами и конструкцией изделия, а также способами его изготовления и эксплуатации.

Практическая значимость работы определяется тем, что автором разработаны рекомендации по проектированию, изготовлению и эксплуатации керамических изделий промышленного дизайна согласно общим критериям – фактору формы и симметрии изделий. Указанные рекомендации нашли практическое применение.

Результаты работы использованы при разработке новых инструментов технического регулирования в промышленности, а именно, информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 4-2015 «Производство керамических изделий», а также национальных стандартов по наилучшим доступным технологиям, о чем свидетельствует документ, представленный Научно-исследовательским институтом «Центр экологической промышленной политики».

Разработанные подходы применены для проектирования и изготовления пористых керамических матриц, о чем имеется акт успешных испытаний ФГАУП «Радон».

Результаты работы нашли также применение при выполнении ряда российских и международных проектов, что подтверждено документально.

Результаты работы используются и в процессе подготовки кадров при обучении бакалавров по направлениям 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» и 18.06.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология неметаллических и силикатных материалов» и получили отражение в учебных пособиях (что также подтверждено документально).

В автореферате работы представлен список учебных пособий: Захаров А. И. «Конструирование керамических изделий» (2002); «Энергетическая и экологическая эффективность производства керамических изделий» / А. И. Захаров и др. [под ред. А. И. Захарова] (2012), Андреев Д. В., Захаров А. И. «Разработка изделий из силикатных материалов» (2016).

Анализ диссертационной работы

Первый раздел диссертационной работы посвящен роль формы в дизайне керамического изделия и содержит 2 подраздела:

- Дизайн как единство формы, композиции и декора предмета: история и современность формообразования керамических изделий.
- Дизайн промышленного производства керамических изделий: совершенствование технологии керамики в области формообразования.

В первой части раздела автор определяет промышленный дизайн как проектную деятельность по созданию продукта массового производства в условиях свободной конкуренции продуктов, приводит понятие жизненного цикла изделия и рассматривает его на примере керамических изделий.

Керамические изделия, благодаря своей уникальной устойчивости к внешним воздействиям, присутствуют во всех сферах предметного мира человека, различающихся, по мнению автора, длительностью жизненного цикла.

Захаров А. И. рассматривает формы искусственных изделий с позиции симметрии, в которой проявляется внутренняя борьба стабильности с изменчивостью, выражающееся в органоморфизме и кристалломорфизме изделий разных исторических эпох.

На примере строительных керамических изделий (кирпич, плитка) и бытовых изделий (посуда) показано, что для этих утилитарных изделий форма определяется в основном функцией, а ее значительные изменения связаны с развитием ресурсосберегающих технологий, экономией материала, а в случае облицовочных материалов – увеличением габаритов.

Актуальные требования к энергоэффективности, технологичности и полифункциональности керамического изделия во многом определяют задачи по формообразованию. Форма изделия определяет способ формования и значительное число технологических стадий, а также влияет на ресурсоэффективность процесса и возможность образования брака.

Во второй части обсуждаемого раздела рассмотрено проектирование керамических изделий. Проанализирована эволюция форм и способов формования керамического изделия. Сделан вывод, что эволюция форм керамики идет по пути их усложнения, облегчения массы, повышения функциональности.

Показано, что эволюция способов формования позволила увеличить производительность, формовать изделия сложной формы, количество технологических стадий.

Автор отдельно рассматривает современный этап развития технологии, связанный с внедрением в производство керамики цифровых технологий, позволяющих увеличить производительность и перенести акцент разработки на оптимизацию эксплуатационных характеристик.

Сделан вывод, что развитие аддитивных технологий приведет к новому этапу формообразования изделий с преобладанием биоморфных сложных форм, затраты при производстве которых будут снижаться. Разработка общих научных подходов к проектированию формы керамических изделий позволит расширить диапазон дизайнерских решений и оптимизировать технологию производства.

Второй раздел работы посвящен методологии проектирования формы керамического изделия, критерии сложности её формы и состоит из 3 разделов:

- Сложность формы изделия как мера технологичности;
- Критерии сложности формы керамических изделий: энергетические воздействия на форму и материал;
- Критерии сложности формы керамических изделий: симметрия.

В разделе на основе анализа научных работ и технологической практики рассмотрены шкалы сложности формы керамического изделия, в том числе в

сравнении с аналогичными для изделий из металлов и пластиков. Показаны роли стадий формования и термообработки в технологии керамики, для которых необходимо использовать разные критерии технологичности – отклонение формы изделия от простой геометрической и учет приведенной толщины изделия, которую автор для удобства называет фактором формы. В разделе показана связь сложности формуемого изделия с эффективной вязкостью системы и давлением формования. Показано, что изменения, происходящие с материалом на различных технологических стадиях, приводят к увеличению его эффективной вязкости, которую можно рассматривать в качестве универсального критерия при анализе поведения керамического полуфабриката и изделия в процессе его изготовления и эксплуатации.

Подчеркивается, что несоответствие значения, интенсивности и направления прикладываемых к полуфабрикату усилий ведет к появлению дефектов. Анализ видов и причин образования дефектов керамических изделий позволил сделать автору вывод, что дефекты структуры и дефекты формы изделия являются результатом синергетического эффекта взаимодействия внешнего воздействия с внутренними сигналами – структурой материала, конфигурацией и массой полуфабриката (изделия) и приводят к нарушению однородности структуры и формы.

Направленность внешних воздействий на материал, полуфабрикат и изделие автор сопоставляет с симметрией формы изделия, и находит признаки наследования симметрии, согласно принципу суперпозиции симметрий П. Кюри. Автором предлагается классификация керамических изделий по конструкционным и функциональным признакам на 3 группы: облицовочные изделия, описываемые плоскостной симметрией, емкости (осевая, плоскостная и центральная симметрия) и конструкции (плоскостная симметрия и ассиметричные).

В выводах второго раздела заключено, что для получения бездефектных изделий необходимо стремиться к соответствию симметрии внешних усилий – симметрии формирующих усилий, термовлажностного поля сушильного агрегата и температурного поля печи.

Для получения однородных бездефектных изделий сложной асимметричной формы рационально использовать способы формования, основанные на коллоидных (образование прочных контактов в объеме заготовки за счет процессов агрегации) или ростовых (аддитивных) технологиях. В этих случаях влияние внешних воздействий на структуру материала минимально.

В третьем экспериментальном разделе диссертационной работы описаны объекты и инструмент исследований и последовательно рассмотрены вопросы однородности и дефектообразования керамических изделий на разных стадиях их производства: формования (раздел 3.2), сушки (раздел 3.3), обжига (раздел 3.4).

Приведены также примеры, иллюстрирующие основные положения работы (раздел 3.5).

В первой части раздела Захаров А. И. рассматривает влияние формы полуфабриката и параметров его формования на однородность материала и поверхности, используя различные методы (петрографию, электронную микроскопию, определение локальной пористости по капиллярному всасыванию). На основании анализа результатов экспериментов по изучению однородности полуфабрикатов различной формы, формируемых способами прессования, шликерного литья и пластического формования определено, что наибольшее различие в структуре образцов проявляется их в поверхностном слое, на который действуют максимальные формовочные усилия. Способ формования является определяющим фактором в получении изделия с однородными характеристиками объема и поверхности. Установлена связь между усилием формования, вязкостью формируемой системы и геометрическими характеристиками изделий.

Показано, что, используя метод капиллярного всасывания, можно оценивать неоднородность поверхности изделий различной структуры и формы, полученных различными способами формования, без разрушения изделия и без сложного и дорогого оборудования. Метод целесообразно использовать для быстрой оценки водопоглощения, часто являющегося характеристикой степени спекаемости керамики.

В целом, чем меньше фактор формы образца, тем более однородно изделие, если способ формования в большей степени обеспечивает наследование симметрии изделия.

Продемонстрировано влияние изменения структуры образцов после обжига при различных температурах на степень их однородности, оцененной по пористости отдельных участков поверхности. После обжига на 900-1100 °С происходит увеличение неоднородности поверхности образцов.

В разделе, посвященном исследованию влияния конфигурации и габаритов полуфабриката на образования наиболее распространенных при сушке дефектов – трещин, исследования проводили на различных глинистых массах со средним коэффициентом чувствительности к сушке, путем построения диаграмм критической влажностью с поверхности образца – фактор формы образца. Использовали образцы различной формы и габаритов, включая фрагменты полуфабрикатов строительных камней.

Установлено, что приведенный фактор формы полуфабриката оказывает решающее влияние на скорость и общее время бездефектной сушки способами конвекции и кондукции, однако не является полностью определяющей характеристикой. Учет формы и симметрии полуфабриката в большей степени. Для определения безопасных скорости сушки необходимо разбиение полуфабрикатов на простые объемы, максимальные факторы формы которых будут критическими.

В разделе представлены также данные исследования влияния на трещинообразование способа (конвективного, контактного, комбинированного контактного с СВЧ). Показано, что способ сушки определяет симметрию полей температуры-давления-влажности, что необходимо учитывать при его выборе для конкретных изделий. Подчеркнуто, что при использовании СВЧ-сушки нужно учитывать не симметрию полуфабриката, а его объем.

В разделе, посвященном прогнозированию образования дефектов при обжиге – деформации, рассмотрен прогнозирования деформации керамических изделий при их обжиге, основанный на определении температурной зависимости вязкости обжигаемого материала методом кручения тонкостенных трубок, позволяющим воспроизвести условия чистого сдвига. В качестве инструмента моделирования использовано компьютерное моделирование методом конечных элементов (КЭ). Использован метод валидации прогнозирования деформации, в качестве объекта которого выбраны тонкостенные фарфоровые кольца, находящиеся в условиях поперечного сжатия.

Полученное расхождение в результатах деформации образцов в ходе натуральных экспериментов и расчетной деформации на компьютерной модели нивелируется учетом фактора формы образца.

В последней части раздела приведены примеры эффективности рассмотренных в работе принципов проектирования: использование факторов формы в оптимизации формы и технологии производства изделий, использование принципа Кюри в проектировании обжига. Приведены примеры разработки полифункциональных изделий, изделий, изготовленных способом ламинирования.

В выводах по диссертации обобщены результаты исследований, приведенные в работе.

Диссертационная работа Захарова Александра Ивановича «Научные основы формообразования керамических изделий» оформлена в полном соответствии с установленными требованиями. Результаты, полученные соискателем ученой степени доктора технических наук, исчерпывающим образом освещены в научной печати (по результатам работы опубликованы 65 статей и тезисов докладов, из которых 24 в изданиях, которые входят в международные системы цитирования Web of Science, Scopus и реферативную базу данных Chemical Abstracts, а также в Перечень российских рецензируемых научных журналов.

Замечания по диссертации и автореферату. При общей положительной оценке диссертационной работы Захарова А.И. по тексту диссертации и автореферата имеются следующие замечания и предложения.

1. В работе приведено мало примеров изменения формы и дизайна тех или керамических изделий в связи совершенствованием того или иного конкретного способа формования. Примеров здесь можно привести много.

2. На странице 52 диссертации и в автореферате (стр. 8) автор приводит данные по энергетическим затратам при производстве изделий различного назначения на тонну продукта, однако не приводит данные по общему объёму выпускаемых изделий, что не позволяет оценить наиболее приоритетные направления для развития отрасли в масштабах страны.

3. Желательно было бы в работе отразить те моменты, когда технологический брак керамических изделий является дизайнерской находкой и увеличивает ценность изделий. Это касается различных видов керамики.

4. В главе 3.1. автор даёт слишком общую характеристику используемым материалам без привязки к производству конкретным технологиям и изделиям. Это затрудняет понимание взаимосвязи между формой и размерами изделий, свойствами материала и технологией производства. Также автор приводит не совсем правильную минералогическую характеристику камневидного глинистого сырья – аргиллитов.

5. Автор в разделе 3.2 указывает, что при прочих равных условиях однородность образцов с повышенным содержанием глинистых компонентов выше, однако не даёт объяснение этому факту. Также является спорным утверждение автора, что способ формования оказывает решающее действие на анизотропию усадки образца.

6. В разделе 3.3 автор для экспериментов по влиянию характеристик формы полуфабриката на его поведение при сушке выбрал керамический камень размером 250×120×138 мм, который является не самым распространённым в общей номенклатуре изделий стеновой керамики. Не совсем понятен выбор автора.

7. В разделе 3.4.3 при прогнозировании деформации керамических изделий при обжиге автор указывает, что эффективная вязкость и, следовательно, стойкость к деформации под нагрузкой прямо пропорциональны ширине каймы стеклофазы вокруг зерен кварца. Желательно было бы, чтобы это утверждение было проиллюстрировано, и кроме того имеется ещё много косвенных признаков по которым возможно оценить относительную вязкость при прогнозировании деформации керамических изделий.

В целом, вышеуказанные замечания не снижают научную ценность диссертационной работы Захарова Александра Ивановича, её прикладное значение.

Заключение

Диссертация Захарова Александра Ивановича «Научные основы формообразования керамических изделий» является самостоятельно выполненной, оригинальной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных автором исследований разработаны теоретические положения (методология оценки сложности формы керамических

изделий с учетом фактора формы, габаритов и симметрии, обоснование эффективности применения принципа П. Кюри к разработке дизайна и технологии керамического изделия, включая основные стадии жизненного цикла производства и эксплуатации), совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, внедрение которого вносит значительный вклад в развитие отечественной отрасли производства керамических изделий.

Тематика работы, её содержание, а также содержание публикаций автора соответствуют паспортам специальностей 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» и 17.00.06 «Техническая эстетика и дизайн».

Учитывая актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, следует считать, что диссертация Захарова Александра Ивановича «Научные основы формообразования керамических изделий» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям в соответствии п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) с учетом соответствия паспортам специальностей, а ее автор, Захаров Александр Иванович, заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов и 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн.

Официальный оппонент:

Котляр Владимир Дмитриевич, зав. кафедрой «Строительные материалы» ФБГОУ ВО «Донской государственный технический университет», доктор технических наук по специальности 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия», профессор, 2012 год.


Адрес: 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.



Телефон: 8 (863) 201-90-57, 8-928-904-72-25.

E-mail: diatomit_kvд@mail.ru

16 июля 2019 г.

Подпись и данные Котляра В.Д.
подтверждаю.
Учёный секретарь Ученого совета
16.07.2019 г.


Котляр В.Д.


Анисимов Владимир
Николаевич