

и отсортированные по видам, могут быть переработаны и использованы в производстве новых изделий. Пластиковые изделия после использования сохраняют практически все свои свойства, поэтому вторичная переработка пластиковых отходов является самым эффективным способом их утилизации.

В Беларуси зарегистрировано около 100 организаций, перерабатывающих отходы пластмасс. При этом перерабатываются в основном отходы полиэтилентерефталата (PET, ПЭТ-бутылки), полиэтилена (HDPE, LDPE), а также полипропилена (PP).

Согласно данным КПУП "Гродненский завод по утилизации и механической сортировке отходов" полимерные отходы представлены в основном материалами, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные виды полимерных отходов

Тип полимера	Обозначение	Продукция, поступающая на завод
1. Полиэтилентерефталат	 PET PETE	1. Прозрачная бутылка 28,8 % (31,098 т) 2. Коричневая бутылка 34,5 % (37,315 т) 3. Голубая, зеленая бутылка 19,8 % (21,403 т) 4. Молочная бутылка 16,9 % (18,268 т) Переработка производственное унитарное предприятие «РеПлас-М» 5. Выдувная тара 20,8 % (22,6 т) Переработка ОАО «Белвторпол»
2. Полиэтилен высокой плотности	 HDPE	6. Фасовочные пакеты, пленка бесцветная (загрязненная) Переработка ЧТПУП «Арполимер»
3. Полиэтилен низкой плотности	 LDPE	7. Мусорные и пищевые пакеты, пищевая пленка, упаковка для стирального порошка, редко пакеты из-под молока Переработка ОАО «Белвторполимер», ЧТПУП «Арполимер»

Исходя из данных рисунка 1 и таблицы 1, можно сделать вывод, что для Гродненского региона проблема утилизации пластиковых отходов актуальна и есть острая необходимость в переработке целого ряда таких отходов. В настоящее время специалисты мусоросортировочного завода и Гродненского государственного университета разрабатывают технология переработки пластика для получения эффективных мало затратных строительных материалов и изделий.

УДК 69.04

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОНИКЕ И ЕЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Соболевский Н.Р., Костюкович О.В.

Белорусский национальный технический университет

Аннотация. В данной статье описывается взаимосвязь природы и создание человеком конструктивных решений, способных улучшить архитектуру и строительство, где за основу берется совершенно новая наука – Бионика – практическое применение природных возможностей и приспособлений, созданных в течение эволюции. Рассматривается и совершенно новый вид моделирования – параметризация, способный вывести строительство на новый уровень. Интегрируя Бионику в параметризацию можно достичь феноменальных успехов.

Проецирование – свойство архитектуры, означающее отражение в дизайне здания текущего периода развития культуры. Сегодня отрасль строительства не стоит на месте, она постоянно в движении, извиваясь как организм, подстраиваясь под наше представление о красивом, деформируя его и превращая в свой образ.

Один из архитекторов пошел на компромисс с природой, чтобы продемонстрировать свое представление о красивом в архитектуре конструкции. Искусственная среда обитания человека: здания, улицы, и др. постройки стремятся повлиять на психику человека своими формами. Прямоугольные конструкции отрицательно влияют на эмоциональное спокойствие, в отличие от плавных линий. Знаменитый архитектор Заха Хадид, женщина, подарившая миру новый взгляд на архитектурные проекты и конструктивные решения, создавая гениальные образы и выражая формами свое представление «искусственной природы», заставляла восхищаться очертаниями [3]. Она видела суть природной красоты, что являлось истоком ее вдохновения, используя и продвигая своими работами метод параметризации и бионики.

Заха Хадид чувствовала, насколько тяжелой выглядит строго прямоугольная геометрия традиционной архитектуры и стремилась воссоздать изящные линии (рис. 1-2), существующие в окружающей нас биосфере, рассматривая каждый проект индивидуально в зависимости от местоположения и ландшафта [5]. С появлением параметризации она смогла воссоздать эти плавные формы, изображая их математическими уравнениями в пространстве и создавая возможность их расчета с точки зрения напряжений, растяжений и других возможных нагрузок на конструкцию. Создал новый стиль в архитектуре – параметризм.

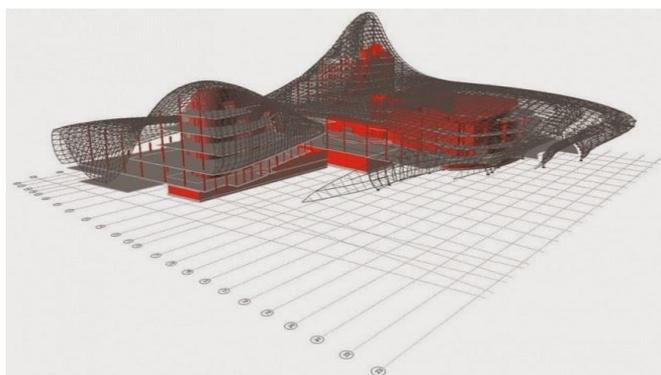


Рисунок 1 – Объёмная модель проекта Захи Хадид

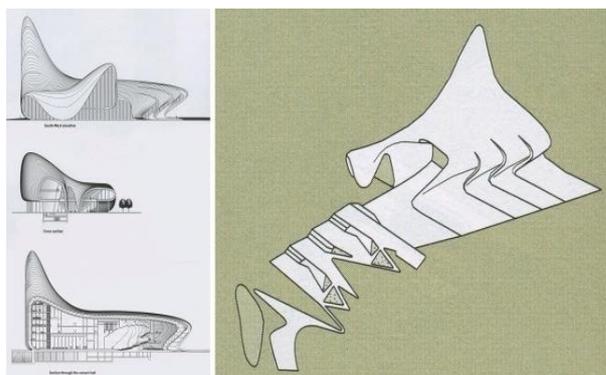


Рисунок 2 – Фасады здания и развёртка проекта Захи Хадид

Благодаря параметрическому моделированию появилась возможность делать технически и экономически выполнимыми сложные криволинейные поверхности, изображая их в математическом виде, пользуясь набором задаваемых параметров. Изменяя количество параметров, их соотношение, происходят изменения конфигурации модели, и в этом случае конструктор выступает архитектором и инженером в одно время. Тем самым найдено оптимальное решение проблемы дизайна и исследования нагрузок на систему конструкции [1]. При параметрическом моделировании учитывается как фактор финансовой поддержки проекта, так и нахождение наименьшего расхода материалов, срока строительства, времени подготовки и другие обстоятельства, связанные со временем жизни проекта.

У человека существует возможность воспользоваться природной изменчивостью, с целью улучшения качества используемых шаблонов для проектирования. В погоне за новым мы не замечаем главного и не обращаем внимания на то, что живем мире, созданным куда более опытным инженером, чем любой человек – живой природой, имеющей немислимые проекты и многовековой опыт.

В природе не существует идеально твердых тел, не существует абсолютной жесткости в материалах, она отдает предпочтение упруго- деформируемым телам. Сопротивление

нагрузке допущено в формах природных конструкций, но оно не разрушает их, а «пропускает сквозь себя».

Если брать за основу организм человека, как конструкцию, то твердый скелет составляет лишь малый процент от общего объема тела, а остальное же отдано упругим материалам: мышцы, сосуды, кожа [4].

Углубляясь в строение человека, можно найти конструкцию связи, подобную ДНК, узлы соединения, которого имеют своеобразную модель закручивания [2]. Если взять за основу это строение и воссоздать «хромосому» из проволоки и небольшого металлического стержня (Рис. 3), получим основу для соединения нескольких узловых конструкций в полигоны и изготовление сетчатой основы. Данная система может получить широкое практическое применения в создании гибких форм.



Рисунок 3 – Воссоздание «хромосомы» из проволоки и небольшого металлического стержня

Если же рассматривать частные примеры в природе, то можно выделить одну из самых интересных конструкций, созданных «естественным инженером» – пчелиные соты. Пчелы являются прекрасными конструкторами, они каким-то удивительным образом имеют естественное представление о том, что ячейка сот должна иметь форму правильного шестиугольника и о том, что затраты материала на круг, квадрат, треугольник, и шестиугольник одинаковы, однако именно форма шестиугольника имеет наибольшую внутреннюю площадь. Имея фиксированную высоту, они получают максимально большие пространства для хранения при минимальных затратах материала и замечательную прочность сборной конструкции.

Нахождение оптимальной площади можно заметить в несложных математических вычислениях:

$$S_3 = S_4 = S_6 = S,$$

$$S_3 = \frac{a^2 \sqrt{3}}{4}, a = 2\sqrt{\frac{S}{\sqrt{3}}}; P_3 = 6\sqrt[4]{\frac{S}{3}};$$

$$S_4 = a^2, a = \sqrt{S}; P_4 = 4\sqrt{S};$$

$$S_6 = \frac{3a^2 \sqrt{3}}{2}, a = \sqrt{\frac{2S}{3\sqrt{3}}}; P_6 = 6\sqrt{\frac{2S}{3\sqrt{3}}};$$

$$P_3 : P_4 : P_6 = \frac{6}{\sqrt[4]{3}} : 4 : 6\sqrt{\frac{2}{3\sqrt{3}}} \approx 4,6 : 4 : 3,7.$$

Моделирование, к примеру, конструкции из «сот» параметрическим способом облегчает дальнейшее использование данной архитектурной формы в качестве опорной конструкции, предварительно заполнив пространство, железобетоном поместив металлическую арматуру в «сотах» вдоль предполагаемой нагрузки.

Основная проблематика этого способа, это недостаточная осведомленность большей части конструкторских компаний в данном направлении проектирования. В следствии специалистам в этой области моделирования не удается реализовать себя [6].

В Беларуси, в данный период развития, особенно актуальны новые виды моделирования, основанные на использовании программирования. Наша страна уделяет достаточно большое внимание развитию информационных технологий и показывает достойный и конкурентно способный уровень знания в области связанной с компилированием кодов. В параметризации есть необходимость сложного периода обучения. На данный момент, к сожалению, весьма малая доля отведена на подготовительные курсы, специальные учебные предметы и учебные часы, интегрированные в учебные предметы, которые обучают компилированию в моделировании.

В итоге, за счет моделирования параметрами на первом этапе проектирования увеличивается срок производства подготовительных работ, но происходит уменьшение стоимости проекта и увеличение срока службы. Благодаря параметризации стало возможным применение готовых решений, созданных уже задолго до появления человека нашей природой. Бионика имеет обширное практическое применение в проектировании различных конструкций. В ходе распространения индустриализации, наблюдается переход от исходно-природного мышления к искусственному. Люди пытаются почувствовать себя творцами нового мира, не обращая внимания на то, что самые оптимальные решения проблем конструирования уже существуют вокруг нас.

Список используемой в статье литературы

1. Ермеева А.А., Поморов С.Б. Параметризм в архитектуре. Поиски и решения.
2. Шевнин Ю.А. Бионический конструктор Элюполь.
3. Лебедев Ю.С., Рабинович В.И. Архитектурная бионика.
4. Крайзмер Л.П., Сочивко В.П. Бионика.
5. Параметрическая архитектура будущего Захи Хадид [Электронный ресурс] – Минск, 2015. – Режим доступа: <https://geektimes.ru/company/mailru/blog/285434/>.
6. Взгляд на параметризацию сбоку [Электронный ресурс] – Минск, 2017.– Режим доступа: <http://sapr.ru/article/6646/>.

УДК 691.545

БЕТОН, СОДЕРЖАЩИЙ РАЗЛИЧНЫЕ ПУЦЦОЛАНОВЫЕ ДОБАВКИ

Татариневич А.В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: anechkatatarochka@gmail.com

***Abstract.** Micro-sized particles are used in modern concrete technology as a part of multi-component cementitious systems. Adding of micro-filler admixtures improves the properties of both fresh and hardened concrete.*

Задача современной бетонной промышленности – производство прочного и устойчивого бетона. Это значит: высокопроизводительные бетонные смеси, предсказуемые свойства затвердевшего бетона, высокая прочность и другие высокие эксплуатационные характеристики. Традиционный бетон состоит из цемента и микроскопического заполнителя – песка и крупного заполнителя. Современный бетон – многокомпонентный композиционный материал, его структуру можно рассматривать в 3-х уровнях:

- макро (песок и крупный заполнитель);
- микро (цемент, микрозаполнители);
- наноразмерные модификаторы.

Микро- и наноэлементы составляют цементную систему или цементную пасту. Нынешняя тенденция в производстве бетона во всем мире заключается в использовании много-