

УДК 69.001.5

РАЗРАБОТКА ГЛУБИННОГО ДАТЧИКА ИЗ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ПЭТ БУТЫЛОК

А.В. БЕЛОУСОВ, Н.С. ЖУРАВСКИЙ
(Представлено: Д.Н. Шабанов, А.Н. Ягубкин)

Описаны идеи по разработке глубинного датчика из переработанных ПЭТ бутылок. Представлены виды моделей корпусов глубинных датчиков в программе Ansys. Приведены результаты моделирования. Наименьшим концентратором напряжений будет являться глубинный датчик в форме диска.

Механизм разрушения бетона, как известно, связан с образованием и развитием микро- и макротрещин при действии нагрузки. Причиной появления первых микротрещин является концентрация напряжений вблизи дефектов структуры: пор, включений, дислокаций. Разрушение бетона начинается с развития трещин в контактной зоне (матрица – заполнитель) с их последующим выходом в матрицу. Контактные трещины развиваются под действием сдвиговых перемещений, а трещины в матрице – растягивающих. В бетоне невысокой прочности трещины огибают зерна заполнителя, имея направление на контакте под углом к усилиям сжатия, а в матрице – параллельно им; в высокопрочном бетоне трещины рассекают зерна заполнителя и направлены параллельно усилиям сжатия [1].

Исходя из вышесказанного, нужно определиться, как контролировать рост трещин, в том числе и магистральной трещины в частности. Магистральная трещина – это трещина, протяженность которой превосходит размеры структурных составляющих материалов и областей самоуравновешенных напряжений и по поверхностям которой произойдет деление образца на части [2].

Существует два вида отслеживания роста магистральной трещины. Разрушающий и косвенный. К недостаткам разрушающего метода можно отнести недостатки то, что придётся брать образец из уже эксплуатируемого здания, что не всегда может положительно сказаться на самом объекте. Так же этот метод является достаточно дорогостоящим. К плюсу можно отнести то, что после испытания образца будут получены более точный результат.

К минусам же данных способов исследования можно отнести то, что данные могут быть отличными от реальных показателей, однако есть и методы, которые дают достаточно точные показатели. К одному из методов такого исследования можно отнести способ при помощи глубинных датчиков.

На данный момент известен датчик деформации композитный для закладки в бетон. Его работа основана на принципе тензометрии. В его корпусе содержится два тензорезистора. Сам датчик имеет двухслойный герметичный корпус. Первый слой покрывает тензорезисторы, а второй слой расположен вокруг стержня и вышеуказанных слоёв. Слои состоят из силикона [3].

В данной работе также используется тензорезисторный датчик. Данный вид датчиков работает благодаря различным видам тензорезисторов. Тензорезистор (strain gauge) – элемент, сопротивление которого меняется в зависимости от деформации [4].

Главная проблема глубинного датчика - то, что он будет являться концентратором напряжений, а это в свою очередь ведёт к факту развития деформаций, и вредит целостности объекта. Так же возникает вопрос коррозионной стойкости. Датчик из стали или железа в среде бетона запустит процесс коррозии.

Корпус глубинного датчика из переработанных ПЭТ бутылок распечатанный на 3D принтере позволит решить все представленные выше проблемы. Оптимизировать корпус датчика, который является концентратором напряжений, помогла компьютерная программа ANSYS Workbench.

Ansys Workbench – это платформа интеграции и рабочих процессов, которая соединяет продукты Ansys. Схема проекта позволяет пользователям настраивать процессы моделирования, оптимизировать исследования с помощью параметрического управления, отправлять задания решателю как локально, так и удаленно, а также добавлять API, которые позволяют использовать стороннее программное обеспечение [4].

Ansys использует метод конечных элементов. Минусом данного метода является то, что за счёт того, что ANSYS использует матричный способ решения, для его работы необходим достаточно мощный компьютер даже для старых версий программ. Ранее данный продукт уже использовался для испытаний кернов из асфальтобетона и не только [5]. Данный программный продукт был использован для оптимизации трёх геометрических форм: шар, диск, цилиндр.

Для того, чтобы испытать геометрические формы для глубинного датчика была выбрана графа “Static structural” (рисунок 1). Для испытания заранее были сделаны три модели корпусов.

После открытия “Static structure” было предложено выбрать материал и создать «тело», а также выбран материал для него – бетон, который входит в базовый пакет ANSYS Workbench. После испытаний получены следующие результаты напряжения: диск – 0.0066466 МПа; цилиндр – 0.0071466 МПа; шар – 0.0097554 МПа. Таким образом, наименьшим концентратором напряжений будет являться диск.

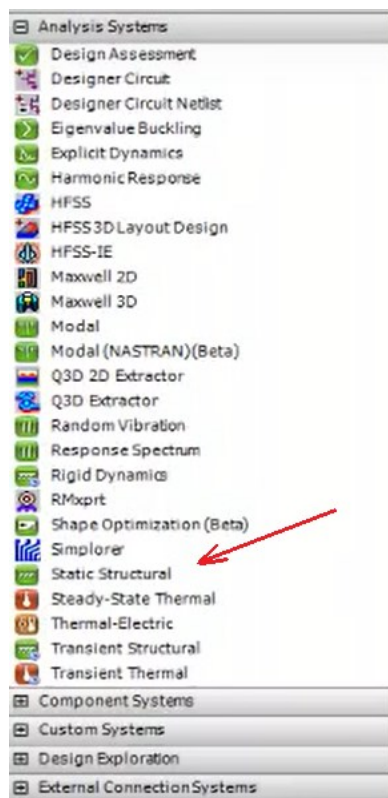


Рисунок 1 – Интерфейс программного продукта Ansys

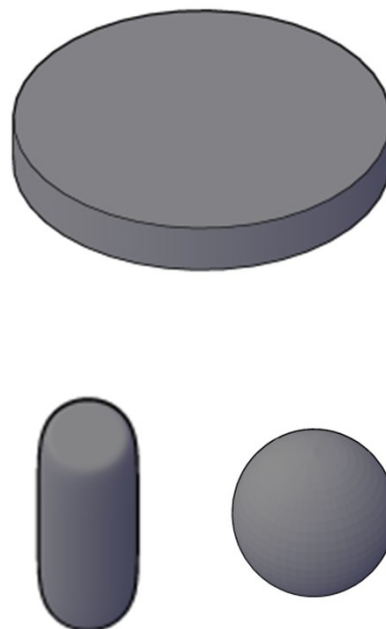


Рисунок 2. – Виды моделей корпусов датчиков

Следующим этапом был выбор материала для печати на 3D-принтере. Для этого хорошо подходит пластик из переработанных ПЭТ бутылок. На рисунке 3 приведена фотография распечатанного корпуса глубинного датчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. – М.: Госстройиздат, 1962. – 96 с.
2. Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении : ГОСТ . – Введ. 01.09.22. – Москва: Российский институт стандартизации. Основные положения, 2022.
3. Тензорезисторы. Энциклопедия [Electronic resource] / Geotechdata — Mode of access: Тензорезисторы. Энциклопедия электроники L7805CV — Date of access: 15.09.2024.
4. Personal project platform for managing all your Ansys products [Electronic resource] / Geotechdata — Mode of access: <https://www.ansys.com/products/ansys-workbench> — Date of access: 15.09.2024.
5. Белоусов А.В. Определение предела прочности асфальтобетона на растяжение совмещёнными методами исследования / Белоусов А.В. — Новополоцк, 2021.