

Секция II
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ,
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 681.586

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРПУСА ГЛУБИННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ БЕТОНА

А.В. Белоусов, Е.С. Боровкова, Д.Н. Шабанов

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Республика Беларусь

e-mail: a.v.belousov@students.psu.by, e.borovkova@psu.by, d.shabanov@psu.by

В работе говорится о методе и применении современных программных комплексов для оптимизации геометрических форм глубинных тензодатчиков по бетону для уменьшения влияния концентрации напряжений при его использовании в бетонных конструкциях.

Ключевые слова: датчик для бетона, тензорезистр, ANSYS, диск, цилиндр, шар.

OPTIMISATION OF A HOUSING OF DEEP STRAIN GAUGES FOR CONCRETE

A. Belavusau, E. Borovkova, D. Shabanov

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk, Republic of Belarus

e-mail: a.v.belousov@students.psu.by, e.borovkova@psu.by, d.shabanov@psu.by

The paper describes the method and use of modern software packages for the optimization of geometric shapes of deep strain gauges for concrete to reduce the effects of stress concentration during its use in concrete structures.

Keywords: concrete sensor, strain gauge, ANSYS, disk, cylinder, ball.

Введение. Цель работы заключалась в том, чтобы найти оптимальную форму, а также размеры глубинного датчика, дабы снизить концентрацию напряжения в бетоне. Бетон уже долгое время является одним из основных строительных материалов. Массовое применение этого материала привело к тому, что к настоящему времени достаточно полно изучены его прочностные свойства и их изменения во времени в результате воздействия различных факторов. Без понимания физических процессов, вызывающих те или иные изменения свойств бетона во времени под воздействием силовых, а также иных факторов трудно достаточно аргументировано обеспечить заданный уровень надежности конструкций, создать наиболее благоприятные условия их возведения и эксплуатации.

Основная часть. Для лучшего понимания физических процессов, а также определения надёжности бетона служит глубинный тензодатчик по бетону. Датчик должен отслеживать все изменения в ходе деформации бетонного образца, т.к. тензорезисторы позволяют следить за развитием деформаций в бетоне. 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 бе-

тоне 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].

Т.к. бетон является грубо неоднородным, то при нагрузке в нём возникают напряжённые состояния, которые являются неоднородными и несоосными. Для того, чтобы получить как можно более точный результат нужно учитывать важный параметр, а именно концентрация напряжений. Концентрацией напряжения называется увеличение напряжений в малых областях, примыкающих к местам с резким изменением формы поверхности тела, размеров его сечения или с локализованной неоднородностью материала внутри тела. Реальные конструкции всегда имеют зоны, в которых проявляется локальная концентрация напряжений [2]. Глубинный тензодатчик – датчик, состоящий из тензорезисторов и служащий для отслеживания деформаций в бетоне. На данный момент существующие геометрические формы не отвечают необходимым требованиям. Чаще всего предлагают использования датчиков шарообразной, цилиндрической формы, а также форму диск.

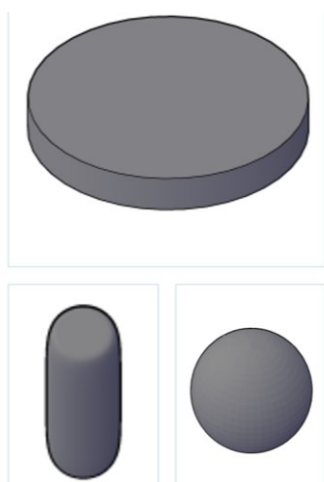


Рисунок 1. – Геометрические формы глубинного датчика

Мы решили сравнить эти формы при помощи программного комплекса ANSYS, который позволяет определить вызванные напряжения глубинным датчиков в бетоне.

ANSYS – это многоцелевой пакет программ для численного моделирования физических процессов и явлений в области прочности, гидрогазодинамики, теплофизики, электромагнетизма, акустик [3]. CFD-приложения ANSYS интегрированы в единую ANSYS Workbench платформу, которая является основой для передовых технологий инженерного моделирования. Эта простая в использовании платформа обеспечивает доступ к двунаправленной параметрической CAD интеграции, мощные инструменты для построения сетки, автоматизированный механизм обновления на стадии проектирования, управление многодисциплинарным моделированием и встроенные инструменты оптимизации. В результате этих взаимосвязей ANSYS CFD обеспечивает следующие преимущества и возможности:

- быстро подготовить геометрию для анализа потока без утомительной доработки;
- избегать дублирования исходных данных, которые являются общими для всего потока жидкости;
- легко рассчитать несколько вариантов геометрии, сетки, физики процесса и автоматически получить новые результаты моделирования для этой серии расчетов;
- улучшать качества разрабатываемого изделия (процесса) за счет ясного понимания происходящих процессов с последующим корректным проектированием [4].

Для определения концентрации напряжения необходимо выбрать Static structural.

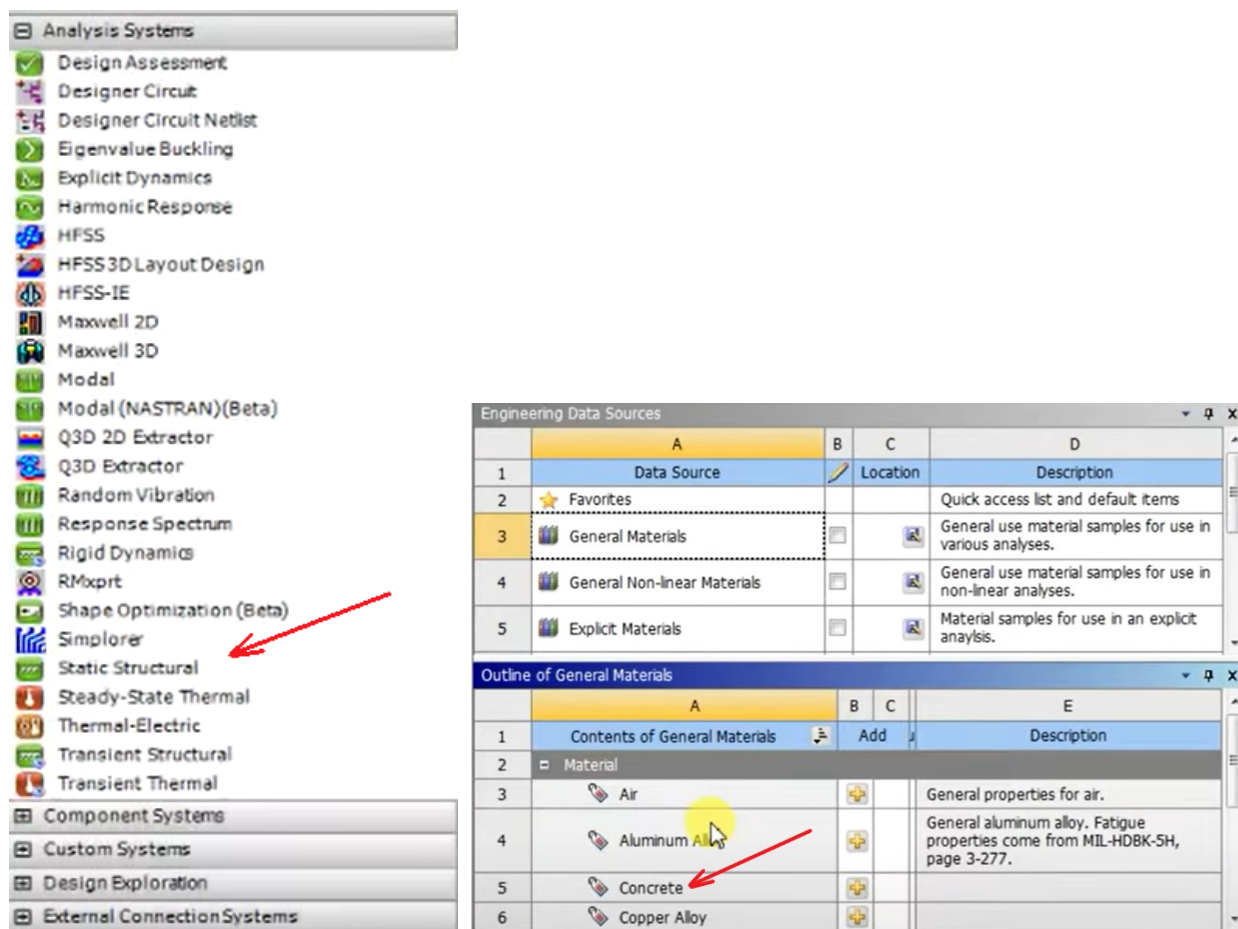


Рисунок 2. – Интерфейс ANSYS Workbench

В появившейся вкладке выбираем пункт Material, где выбираем материал бетон (бетон входит в базовый пакет ANSYS). После переходим во вкладку Geometry, где формируем бетонный образец, а так же испытуемый датчик, как отдельное тело. После испытания трёх геометрических форм получаются следующие данные: Диск – 0.0066466 МПа; Цилиндр – 0.0071466 МПа; Шар – 0.0097554 МПа.

Заключение. Таким образом, при помощи моделирования и расчёта, результаты показали, что наиболее оптимизированной геометрической формой будет являться диск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг, О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. – М.: Госстройиздат, 1962. – 96 с.
2. Соппротивление материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Дата доступа: 20.05.2022.
3. Пронин, В.А., Жигновская Д.В., Цветков В.А. Введение в расчетную платформу ANSYS Workbench: Лабораторные работы. Часть 1 - СПб.: Университет ИТМО, 2019
4. Ansys Workbench - универсальная платформа, объединяющая продукты Ansys для моделирования задач гидрогазодинамики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Дата дотсупа: 20.05.2022.