

Авершин Андрій Геннадійович, к.т.н., асистент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Горох Николай Прохорович Начальник відділу науки та інновацій
Управління з науки та інновацій Департаменту з інвестиційної політики,
науки та інновацій

РАСЧЕТЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОРПУСА СМОТРОВОГО КОЛОДЦА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Применение полимерных конструкционных материалов в последнее время получает все более широкое распространение, благодаря постоянному улучшению их прочностных свойств составлением новых композиций с добавлением различных волокон и минеральных компонентов. Особую актуальность в современных условиях приобретает вторичное использование отходов из полимерных пластмасс. К основным достоинствам полимеров можно отнести их высокую химическую стойкость к воздействиям различных агрессивных сред. [1,2].

Однако большинство недорогих полимерных композиций пока еще уступают по прочностным показателям традиционным конструкционным сталям и чугунам. Это налагает определенные ограничения на применение полимеров и предъявляет дополнительные требования к конструкции изделий из них.

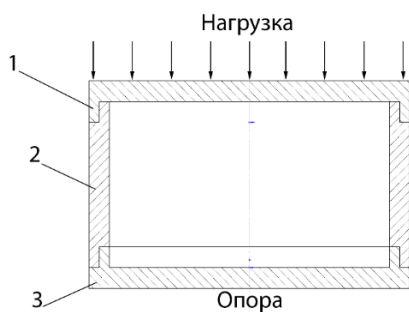
В данной работе представлены результаты численного исследования напряженного состояния нескольких вариантов смотрового колодца, выполненных из композиции вторичных полимерных материалов.

Целью данной работы является получение трехмерных распределений параметров напряженного состояния смотрового колодца при постоянной нагрузке, а также поиск рациональной толщины стенки корпуса, с точки зрения обеспечения минимальных напряжений и деформаций.

Объектом данного исследования является напряженное состояние конструкции, составленной из смотрового колодца из полимерных композиционных материалов и стальных колец через которые передается нагрузка (рис. 1). Было проведено численное моделирование напряженного состояния корпуса смотрового колодца с толщинами стенок 50, 100 и 150 мм, (рис. 2) при нагрузках от 200кН до 1000кН.

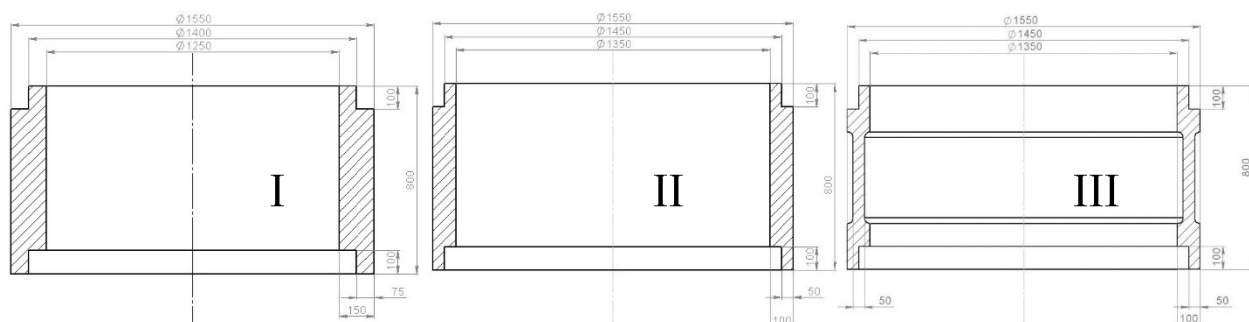
В связи с симметрией всех вариантов при расчетах рассматривалась $\frac{1}{4}$ часть конструкции.

В расчетах использовалась тетраэдральное сеточное разбиение моделей смотрового колодца с характерным размером ячеек от 10 до 20 мм. Количество элементов сеток при этом во всех вариантах составляла порядка 100 тысяч ячеек на $\frac{1}{4}$ часть конструкции (рис. 3).



1 – верхнее нагрузочное кольцо, 2 – корпус смотрового колодца,
3 – нижнее опорное кольцо

Рис. 1 Схема проведения численного исследования



Толщина стенки I – 150мм, II – 100мм, III – 50мм

Рис. 2 Конструкция и основные размеры вариантов смотрового колодца

Ц

Во всех расчетах предполагалось, что материал конструкции находится в диапазоне упругих деформаций. Модуль упругости материала (равном $E = 178\text{МПа}$) выбирался на основе сопоставления численных данных и результатов натурных испытаний для данного типа полимерных композиционных материалов. Напряжения во внутреннем слое материала в области разрыва материала достигают значения 15 МПа, при этом деформация корпуса составила [3].

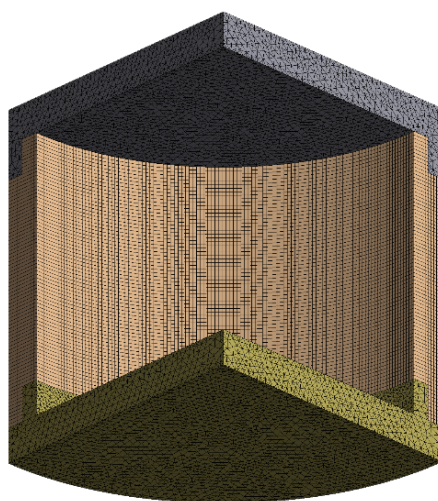
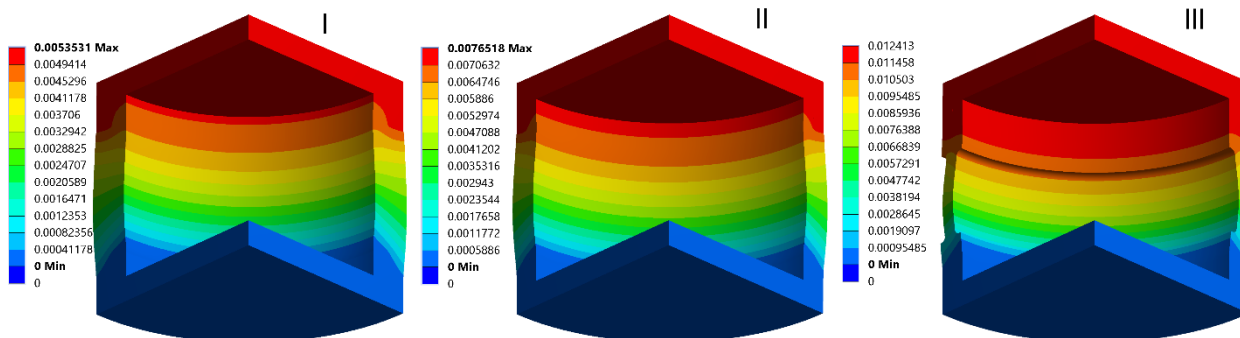


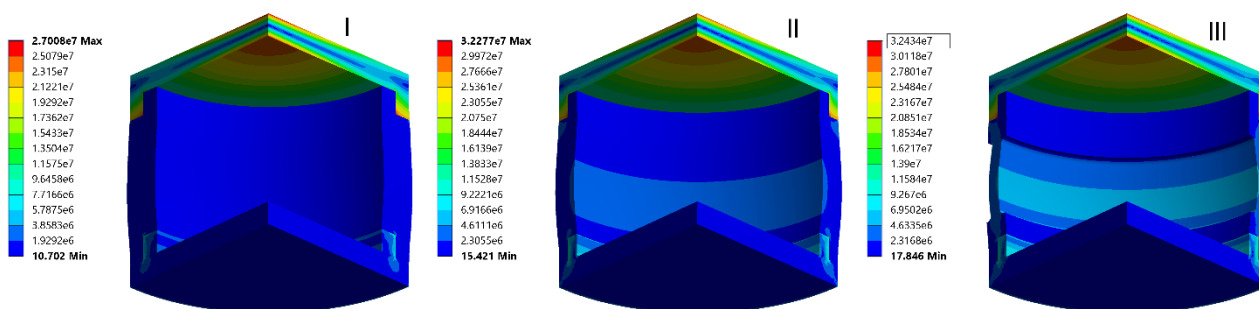
Рис. 3 Сеточные модели вариантов конструкции

На рисунках 4, 5 представлены поля деформаций в миллиметрах и напряжений в МПа, соответственно, для всех вариантов колодцев при нагрузке 1000 кН



Толщина стенки I – 150мм, II– 100мм, III – 50мм

Рис. 4 Сравнение деформаций (мм) вариантов смотрового колодца при нагрузке 1000 кН



Толщина стенки I – 150мм, II– 100мм, III – 50мм

Рис. 5 Сравнение напряжений (МПа) вариантов смотрового колодца при нагрузке 1000 кН

Зависимость основных характеристик напряженного состояния смотрового колодца (максимальные перемещения и максимальные напряжения) для всех вариантов представлены на графиках (рис. 6–7).

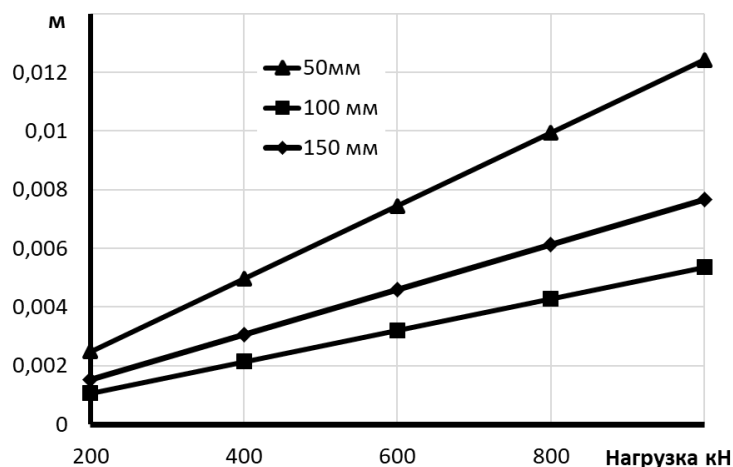


Рис. 6 Зависимость максимальных перемещений от нагрузки

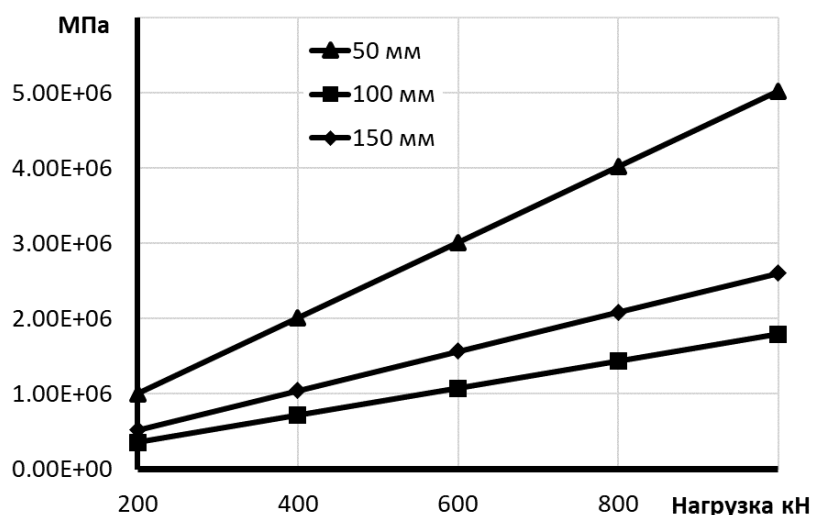


Рис. 7 Зависимость максимальных напряжений в средней части смотрового колодца от нагрузки

Анализ полей параметров и данных на графиках указывает на то, что лучшие показатели по прочности во всем диапазоне нагрузок показывает вариант I. При нагрузках 1000кН он имеет в 3 раза меньшее максимальное смещение, чем базовый вариант. При этом максимальные напряжения, как на поверхности, так и внутри колодца уменьшаются приблизительно в 2 раза.

Выводы

В процессе выполнения данной работы разработаны трехмерные твердотельные и конечноэлементные модели трех вариантов конструкции, составленной из смотрового колодца нагрузочного и опорного кольца.

Проведен анализ физико-механических свойств композиции полимерных материалов, использованной для изготовления смотрового колодца.

На основе сравнения результатов расчета вариантов смотрового колодца вариант I рекомендован к производству, как удовлетворяющий условиям ДСТУ В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99).

Необходимым условием прочности является соответствие технологических условий изготовления смотрового колодца тем условиям, которые выполнялись при изготовлении образцов, использованных при испытаниях, описанных в документе [3].

Литература

1. Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. Материаловедение – М.: Машиностроение, 1990. – 420 с.
2. Технологические процессы машиностроительного производства. / Под редакцией С.И. Богодухова, В.А Бондаренко. – Оренбург, ОГУ, 1996
3. Протокол №81 испытаний крышки люка канализационного колодца. – Харьков: ИЛ «Испытатель» – 2006.