

**Расчетно-экспериментальное исследование
прочности люка смотрового колодца систем
водоотведения и водопотребления из вторичных
полимерных композиционных материалов**

*Горох Н.П., Коринько И.В., Швец Л.Н., Коммунальное предприятие
канализационного хозяйства «Харьковкоммуночиствод»
Ткачѳв В.А., Харьковская национальная академия городского
хозяйства*

Применение полимерных композиционных материалов с модифицирующими наполнителями в последнее время получает все более широкое распространение благодаря постоянному улучшению их прочностных свойств составлением новых композиций с добавлением различных волокон, минеральных компонентов и модификаторов [1, 2]. Особую актуальность в современных условиях приобретает вторичное использование отходов из полимерных материалов. К достоинствам полимеров также можно отнести их высокую химическую стойкость к воздействиям различных агрессивных сред [2, 4, 5].

В данной работе представлены результаты исследования напряженного состояния нескольких вариантов крышки и корпуса смотрового канализационного люка, выполненных из композиции вторичных полимерных материалов. Проведено сопоставление численных результатов с данными натурных испытаний одного из вариантов конструкции крышки люка. В результате рекомендован вариант конструкции, дающий наименьшие напряжения и деформации в сравнении с остальными вариантами при одинаковых нагрузках и массе образцов.

Объектом данного исследования является напряженное состояние конструкции, содержащей крышку и корпус канализационного люка (рис. 1).

С учетом результатов испытаний было принято решение увеличить массу крышки в 1,5 раза, что привело к увеличению массы конструкции на 23 %. Были рассмотрены три модифицированных варианта крышки люка с увеличенной массой (рис. 2). У вариантов 2 и 3 было уменьшено количество ребер на нижней поверхности крышки до 8 (против 32 у базового варианта 1), при этом они были сделаны более массивными. Форма верхней поверхности также была упрощена. У варианта 4 ребра на нижней поверхности вообще отсутствуют, за их счет была увеличена толщина центральной части крышки.

Во всех расчетах предполагалось, что материал конструкции находится в диапазоне упругих деформаций. Модуль упругости материа-

ла выбирался на основе сопоставления численных данных и результатов натурных испытаний для базового варианта крышки.

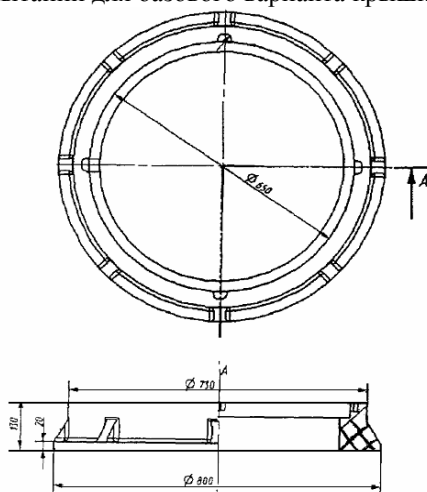


Рис. 1 – Конструкция и основные размеры базового варианта крышки и корпуса люка

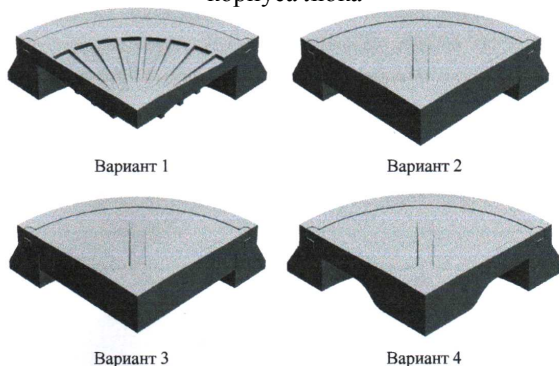


Рис. 2 – Упрощенные геометрические модели вариантов конструкции «крышка-корпус»

Для создания сеточных моделей, расчета напряженного состояния и обработки результатов в данной работе использовался авторский конечно-элементный программный комплекс на научно-технической базе кафедры теоретической механики и гидравлики Харьковского национального автомобильно-дорожного университета.

Для определения модуля упругости материала были использованы данные из протокола испытаний крышки люка базовой конфигурации

(вариант 1) [3]. Согласно протоколу крышка люка под действием нагрузки 3000 кгс имела максимальный прогиб 54,28 мм. Такой прогиб при данной нагрузке в расчетах достигался при модуле упругости материала, равном $E = 178$ МПа.

Сравнение результатов расчета базового варианта при нагрузке 8085 кгс со структурой разрушения в эксперименте (рис. 3) указывает на то, что разрушение крышки люка из рассматриваемой композиции полимеров происходит при следующих условиях: локальные напряжения (на концентраторах рёбер жесткости) на поверхности крышки (сверху и снизу) вблизи центра превышают 50 МПа, напряжения во внутреннем слое в области разрыва материала достигают значения 15 МПа.

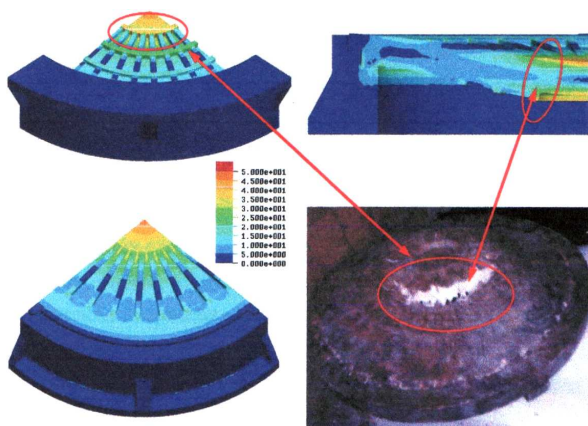


Рис. 3 – Сопоставление расчетных напряжений базового варианта 1 крышки люка при нагрузке 8085 кгс с результатом натурального эксперимента

Зависимость основных характеристик напряженного состояния крышки канализационного люка (максимальные перемещения и максимальные напряжения по зонам) для всех вариантов представлены на графиках (рис. 4-6).

Анализ полей параметров и данных на графиках указывает на то, что лучшие показатели по прочности во всем диапазоне нагрузок показывает вариант 4. При нагрузках 3000 и 8085 кгс он имеет в 4 раза меньшее максимальное смещение, чем базовый вариант. При этом максимальные напряжения как на поверхности, так и внутри крышки уменьшаются приблизительно в 3 раза.

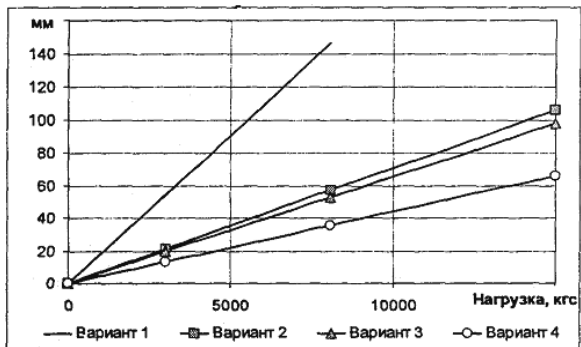


Рис. 4 – Зависимость максимальных перемещений крышки люка от нагрузки

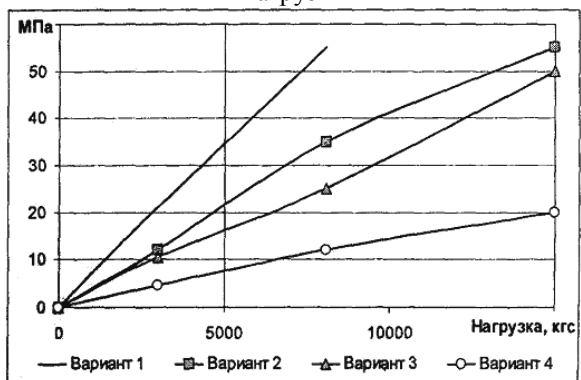


Рис. 5 – Зависимость максимальных напряжений на нижней поверхности крышки от нагрузки

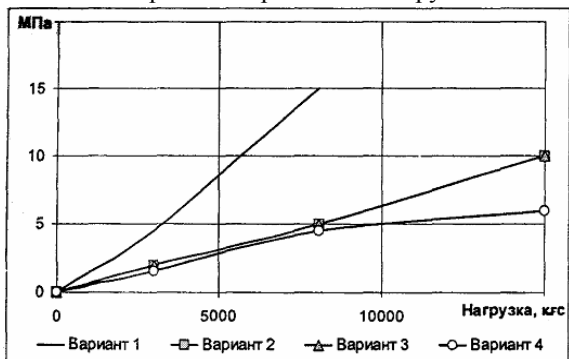


Рис. 6 – Зависимость максимальных напряжений во внутреннем слое крышки от нагрузки

При нагрузке 15000 кгс у варианта 4 максимальное смещение и максимальные напряжения более чем в 2 раза меньше соответствующих характеристик базового варианта 1 при нагрузке 8085 кгс.

Проведен анализ физико-механических свойств композиции полимерных материалов с модифицирующими наполнителями, использованной для изготовления крышки и корпуса канализационного люка.

Выполнена проверка численной модели базового варианта конструкции сопоставлением с экспериментальными данными.

Проведен рациональный поиск лучшего варианта конструкции «крышка-корпус», в результате которого получено следующее:

а) лучшие показатели по прочности во всем диапазоне нагрузок дает вариант 4;

б) при нагрузках 3000 и 8085 кгс вариант 4 имеет в 4 раза меньшее максимальное смещение, чем базовый вариант 1, при этом максимальные напряжения как на поверхности, так и внутри крышки уменьшаются приблизительно в 3 раза;

в) при нагрузке 15000 кгс у варианта 4 максимальное смещение и максимальные напряжения более чем в 2 раза ниже соответствующих характеристик базового варианта 1 при нагрузке 8085кгс.

На основе сравнения результатов расчета базового варианта и варианта 4 крышки канализационного люка, вариант 4 рекомендован к производству с местом установки на городские автомобильные дороги с интенсивным движением, как удовлетворяющий условиям ДСТУ В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99) для среднетяжелого люка с номинальной нагрузкой 15000-25000 кгс.

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

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990. – 420 с.

2. Технологические процессы машиностроительного производства / Под ред. С.И. Богодухова, В.А. Бондаренко. – Оренбург: ОГУ – 1996.

3. Протокол № 81 испытаний крышки люка канализационного колодца. – Харьков: ИЛ «Испытатель». – 2006.

4. Коринько И.В., Горох Н.П., Ткачѳв В.А. и др. Технологии и оборудование промышленной переработки полимерных отходов: Уч. пособие. – Харьков: ГКП КХ «ХКОВ» – ХНАГХ, 2008. – 293 с.

5. Бабаев В.Н., Горох Н.П., Ткачѳв В.А. и др. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: Уч. пособие. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.

