

УДК 67.08:347.218.1

Н.П. Горох, И.В. Коринько

Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЮКОВ СМОТРОВЫХ КОЛОДЦЕВ ИЗ АРМИРОВАННЫХ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С МОДИФИЦИРУЮЩИМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Рассматривается инновационная технология постановки промышленного производства люков смотровых колодцев из армированных вторичных полимерных композиционных материалов (ВПКМ) с модифицирующими наполнителями средней серии КС-ВК-60 (В-125) и тяжелой серии КТ-ВК-60 (С-250).

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, регенерация, термическая пластикация, модифицирующие наполнители, реология и прочность, армирование полимерных композиций

Актуальность проблемы и анализ ситуации

Вторичные полимерные композиционные материалы приобретают все большее техническое значение и объемы их реутилизации в последние годы возрастают.

Использование полимерных химически стойких материалов – одно из приоритетных направлений для повышения экологической безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности сооружений водоотведения.

Эффективную защиту сетей водоотведения от биогенной сернокислотной агрессии в эксплуатационных условиях систем водоснабжения и водоотведения определяют вторичные полимерные композиционные материалы с модифицирующими наполнителями [1].

Большинство проблем охраны окружающей среды и включения вторичных полимерных композиционных материалов (ВПКМ) в промышленную переработку носят дискуссионный характер. Отсутствует методический подход к однозначному решению этих проблем с целью удовлетворения потребности вторичных ресурсов в виде вторичного полимерного композиционного сырья как резерва ископаемых природных ресурсов регионов Украины.

Проблем, связанных с утилизацией вторичного полимерного сырья, достаточно много. Они имеют свою специфику, но их нельзя считать неразрешимыми.

По прогнозным оценкам в Украине только за один год образуется около 800 тыс. т отходов полимерной тары и упаковки, наиболее энергоресурсоемкой составляющей твердых бытовых отходов (ТБО). Темпы ежегодного прироста количества тары и упаковки из полимерных композиционных материалов в Украине составляет 5-6 %. В Европе ежегодный прирост количества упаковочных полимерных отходов в среднем на 5 %. Потребление полимерных материалов на душу населения по регионам мира, Харьковскому региону и г. Харькову приведено на рис. 1.

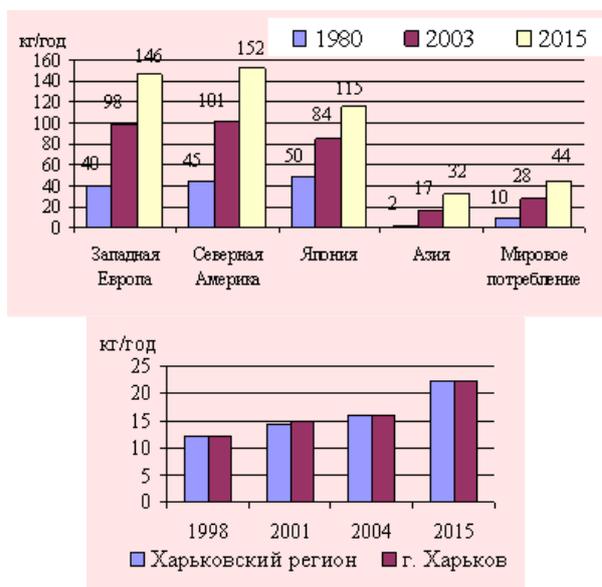


Рисунок 1 – Потребление полимерных материалов на душу населения по регионам мира, Харьковскому региону и г. Харькову

Экологизация инновационной технологии регенерации вторичных полимерных композиций с модифицирующими наполнителями

При проведении научно-практических исследований и апробации технологии регенерации вторичных полимерных композиционных материалов с модифицирующими наполнителями был принят компромиссный критерий, при котором необходимо было решить как минимум четыре задачи:

- экологическую (разработка экологически безопасных технологий);
- технологическую (разработка технологической линии регенерации, гранулирования, термической пластикация, усреднения и экструзии с прессованием при изготовлении люков смотровых колодцев из полимерных смесевых композиционных материалов

с модифицирующими наполнителями с учетом реологии и прочности ВПКМ);

➤ *техничскую* (аппаратурное оформление технологической линии регенерации, гранулирования, усреднения, предварительной пластикации и экструзии с прессованием);

➤ *экономическую* (экономическая эффективность рекомендованных решений) [2].

В Харькове ежегодно накапливается более 17,0 тыс.т ресурсно-сырьевых полимерных отходов от жилого и нежилого (коммерческие отходы) секторов города.

В общем объеме ресурсно-сырьевых полимерных отходов содержится: полиэтилен низкого и высокого давления (НД, ВД) – 80 %; полистирол ударопрочный – 5 %; полипропилен – 10 %; остальное – 5 % (рис. 2).

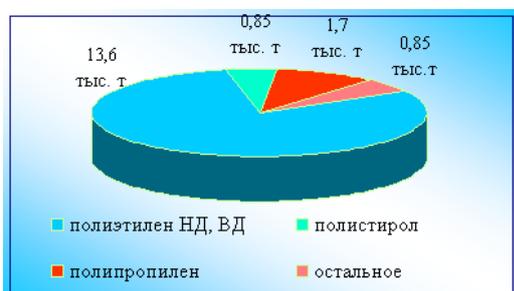


Рисунок 2 – Содержание полимерных отходов в общей массе их накопления

При разработке малоотходных экологически безопасных технологий регенерации и переработки вторичных полимерных композиционных материалов были использованы фактические объемы полимерных отходов: 80 % масс полиэтилена низкого и высокого давления, 20 % масс полистирола и 10 % к общему объему модифицирующего наполнителя (севилен, сополимер этилена с винилацетатом, цеолит синтетический и природный, волластонит) [3].

Изученный и исследованный комплекс прочностных, структурных, реологических и эксплуатационных показателей смесевых составов полимерных композиций с введением в состав полимерных композиций модифицирующих наполнителей, позволил получить рекомендованные полимерные композиционные составы в % масс, работающие в различных эксплуатационных условиях – нагруженных и умеренно нагруженных [4].

Показатели исследуемых свойств разработанных полимерных композиций приведены в табл. 1-3.

Таблица 1 – Показатели свойств вторичного полиэтилена с вторичным полистиролом в % масс

Показатель свойства	Соотношение (% масс) вторичный полиэтилен : вторичный полистирол				
	90:10	80:20	50:50	20:80	10:90
Ударная вязкость, кДж/м ²	17/30	32/37	23/32	21/26	17/22
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	8,4/12	10,4/24,4	9,6/11	11/18	8/15
Показатель текучести расплава, ПТР (190; 2,16), г/10 мин	1,21	1,33	1,08	1,12	1,6
Стойкость к растрескиванию, ч	5	Более 6	Более 6	4	3,5

Примечание: числитель – образцы с надрезом; знаменатель – образцы без надреза.

Таблица 2 – Показатели свойств исходных полимерных материалов

Показатель свойства	Полиэтилен вторичный исходный	Полистирол вторичный исходный
Ударная вязкость, кДж/м ²	33/52	23/28
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	10,2/18,7	32,4/44,8
Показатель текучести расплава, ПТР (190; 2,16), г/10 мин	1,3	0,54
Стойкость к растрескиванию, ч	2,5	Более 4

Примечание: числитель – образцы с надрезом; знаменатель – образцы без надреза.

Таблица 3 – Влияние различных модифицирующих наполнителей на эксплуатационные свойства ВПКМ (исходная смесь вторичный полиэтилен : вторичный полистирол – 80 : 20)

Показатель - свойства	Добавки			
	Сополимер этилена с винилацетатом	Термоэластопласт	Цеолит синтетический	Волластонит
Ударная вязкость, кДж/м ²	33/46	31/43	33/45	39/68
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	8,7/не разрушается	12,6/не разрушается	10,6/не разрушается	18,7/не разрушается
Показатель текучести расплава, ПТР (190; 2,16), г/10 мин	2,37	1,88	0,94	0,87
Стойкость к растрескиванию, ч	Более 12	Более 12	Более 12	Более 12

Примечание: числитель – образцы с надрезом; знаменатель – образцы без надреза.

Постановка промышленного производства люков смотровых колодцев из армированных ВПКМ с модифицирующими наполнителями

При проведении натурных исследований и апробации изготовленных опытно-промышленных партий крышек и корпусов люков смотровых колодцев для совместимости (армирования «сшивания» на молекулярном уровне) различных по термодинамическим свойствам вторичных полиэтилена и полистирола на технологической стадии усреднения и предварительной термической пластикации вводились модифицирующие наполнители [5].

При постановке на промышленный выпуск люков смотровых колодцев из армированных полимерных композиций средней серии КС-ВК-60 (В-125) и тяжелой серии КТ-ВК-60 (С-250):

- исследовано и рекомендовано 4 конкурентно-, патентоспособные полимерные композиции с модифицирующими наполнителями;
- исследовано влияние модифицирующих наполнителей на прочностные и эксплуатационные особенности «крышки-корпуса» люка смотрового колодца;
- исследовано и апробировано в комплексе прочностные, структурные, реолого-деформационные особенности и эксплуатационные показатели рекомендованных вторичных армированных полимерных композиций в реальных условиях для изготовления люков смотровых колодцев;
- предложено технологическое решение повышения атмосферостойкости крышек и корпусов люков;
- выполнен оптимальный расчет конструктивного оформления геометрического построения поперечного сечения крышки люка из ВПКМ с подтверждением прочностных характеристик при статических нагрузках (рис. 3, 4, табл. 4).



Рисунок 3 – Крышка люка. Вид сбоку нижней части крышки



Рисунок 4 – Люки смотровых колодцев из ВПКМ в сборе

Таблица 4 – Исходные данные фактических замеров статических нагрузок

с выдержкой - 30 сек.

№ испытаний	Показания образцового манометра (кг/см ²)	Суммарное усилие (нагрузка) на крышку люка (кгс)	Прогиб под нагрузкой (мм)	Остаточная деформация (мм)	Примечание
1	18,5	9000	3,63	–	
2	27	13500	4,0	–	
3	37	18000	5,15	–	
4	55	27000	5,63	–	
5	73,5	36000	7,62	–	
6	82	40500	13,28	1,0	
7	92	45000	14,01	≥1,0	
8	110	54000	14,36	1,2	
9	128	63000	23,89	2,1	
10	138	67500	28,89	2,7	
11	157	77000	34,87	5,1	Полное разрушение

Разработанная и внедренная в производство технология изготовления люков смотровых колодцев из вторичных полимерных композиционных материалов с модифицирующими наполнителями средней (КС-ВК-60) и тяжелой (КТ-ВК-60) серии, отвечает требованиям ДСТУ Б В. 2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99) Национального стандарта Украины и Европейского стандарта EN 124-1994 (BRITISH STANDARD).

Рекомендованные и апробированные полимерные композиционные материалы в натурно-эксплуатационных условиях позволяют регулировать свойства люков смотровых колодцев, работающих в разных эксплуатационных условиях – нагруженные или умеренно нагруженные.

При постановке промышленного производства люков смотровых колодцев из ВПКМ за период 2011-2013 гг. на участках автомобильных дорог с интенсивным движением в г. Харькове установлено до 3000 комплектов люков серии КС-ВК-60 (В-125) (рис. 5).



Рисунок 5 – Натурно-эксплуатационные испытания люков смотровых колодцев из ВПКМ средней серии КС-ВК-60 (В-125)

Проведенные натурно-эксплуатационные испытания в период 2010-2013 гг. при постановке

промышленного выпуска люков смотровых колодцев средней и тяжелой серии подтверждены эксплуатационно-прочностными характеристиками [6]:

- Номинальная нагрузка на люк средней и тяжелой серии без остаточной деформации при установке на автомобильных дорогах с интенсивным движением – **150-400 кН (15-40 т)**;
- Модуль упругости исследованной и апробированной полимерной композиции с модифицирующим наполнителем – **178 МПа**;
- Ударная вязкость – **46-68 кДж/м²**;
- Разрушительное напряжение при изгибе – **24,4-34,6 МПа**;
- Влияние светопогоды – **атмосферостойкая**;
- Влияние температуры высокого нагрева – **слабовоспламеняющаяся, слабоадымленная**;
- Максимальное разрушающее усилие при статической нагрузке – **770 кН (77 т)**;
- Масса люка смотрового колодца из полимерных композиций:
 - средней серии – **36 ± 0,5 кг**,
 - тяжелой серии – **40 ± 0,5 кг**.

Разработанные полимерные композиционные материалы с модифицирующими наполнителями, расчеты конструктивного оформления люков средней и тяжелой серии, технология их изготовления защищены как объекты интеллектуальной собственности:

- Патент на изобретение № 87178 «Полимерна композиція для виготовлення будівельних матеріалів і конструкцій» от 25.06.2009 г.
- Патент на полезную модель № 42566 «Спосіб виготовлення будівельних матеріалів і конструкцій із полімерних відходів» от 10.07.2009 г.
- Патент на изобретение № 88934 «Люк оглядового колодця підземних інженерних комунікацій» от 10.12.2009 г.

Общие выводы

Разработка малоотходных экологически безопасных технологий регенерации и промышленной переработки полимерных бытовых отходов и на их основе вторичных полимерных композиционных материалов есть одной из актуальных и важных задач современности.

Выполненные практические разработки подтверждают, что регенерированные полимерные композиции с дальнейшим изготовлением продукции для нужд коммунального хозяйства являются не восполнением, а дополнением природных ресурсов ископаемых мегаполиса.

Проведенные натурные испытания в естественных производственно-эксплуатационных условиях локально установленных люков

смотровых колодцев из полимерных композиций подтверждают правильность принятых критериев, позволивших выполнить важную технологическую задачу:

Разработка и внедрение инновационной технологии изготовления готовой продукции (люки смотровых колодцев, решетки дождеприемников) для нужд коммунального хозяйства из вторичных полимерных композиционных материалов с модифицирующими наполнителями [6].

Апробирование разработанной технологии с учетом реологии и прочности исследованных ВПКМ с модифицирующими наполнителями для изготовления люков смотровых колодцев дают основания на практическое внедрение рекомендованных решений технологии переработки вторичных полимерных композиций с постановкой на промышленный выпуск готовой продукции из ВПКМ с использованием для нужд коммунального хозяйства малых, средних и особенно больших городов (мегаполисов) регионов Украины.

Литература

1. Бабаев В.Н., Горох Н.П., Коринько И.В. и др. *Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: учебное пособие*. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.
2. Горох Н.П. *Технологии и оборудование промышленной переработки полимерных отходов: учебное пособие*. – Харьков: ХНАГХ – ГКП «ХКОВ», 2008. – 293 с.
3. Бабаев В.Н., Горох Н.П., Коринько И.В. *Концепция экологизации и энергоресурсосбережения в системе управления отходами мегаполиса*. – Восточно-Европейский журнал передовых технологий № 4/8 (46) 2010. – С. 51-59.
4. Горох Н.П., Лунёва Н.Н., Коринько И.В. *Впровадження технології переробки тари та упаковки на ДКП «Харківкомуніциствод» з опрацюванням організаційних, економічних засад з урахуванням наявної бази даних про їх утворення: науко-дослідницька робота*. – СВНЦ НАНУ – ГКП «ХКОВ», 2000. – 65 с.
5. *Временный технологический регламент производства крышек и корпусов люков смотровых колодцев унифицированной серии (СТМ) на основе смесей вторичных полимеров*. – Харьков: ГКП «ХКОВ», 2008. – 78 с.
6. *Люки оглядових колодязів з полімерних композицій: Технічні умови ТУ У 25.2-03361715-001:2009*. – Харьков, КП «ХВК», 2009. – 34 с.

Автор: ГОРОХ Микола Прохорович
Комунальне підприємство «Харківводоканал», доцент.
E-mail – hkov_invest@yahoo.com

Автор: КОРИНЬКО Іван Васильович
Комунальне підприємство «Харківводоканал», доктор технічних наук, професор
E-mail – korinko@aqu.kharkov.ua

INNOVATION TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PRODUCTION OF MANHOLE COVERS, MADE OF SECONDARY POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS WITH MODIFYING FILLERS

N.P. Gorokh, I.V. Korinko

Innovation technology of industrial production of manhole covers, made of secondary polymeric composite materials (SPCM) with modifying fillers, of KC-BK-60 (B-125) middle series and KT-BK-60 (C-250) heavy series has been considered.

Key words: polymeric composite materials, regeneration, thermal plastication, modifying fillers, rheology and strength, reinforcement of polymeric compositions.