

УДК 691.32

*Зайцева Е.И., кандидат технических наук, доцент,  
Зайцева А.А., студентка V курса факультета СТ,  
Соколова А.А., инженер, аспирантка каф. ТВВ и Б,  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
строительный университет»,  
129337, Россия, г.Москва, Ярославское шоссе д. 26  
тел. +7(495) 781-80-07, e-mail: kanz@mgsu.ru*

## **ЭФФЕКТИВНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ СТЕКЛЯННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ И ЭЛЕМЕНТОВ КОЛОДЦЕВ ПОВЫШЕННОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ**

В данной статье рассматривается вопрос применения стеклобоя в составе мелкозернистого бетона для заполнения полый стенки спиральновитой полиэтиленовой трубы при производстве труб и элементов колодцев повышенной коррозионной стойкости.

**Ключевые слова:** бетон, бой искусственных стекол, глубоководные канализационные выпуски, коммуникации, коррозионная стойкость сырья, твердые бытовые отходы, трубопровод.

Утилизация боя искусственных стекол, которой уделяется достаточно большое внимание во всех технически развитых странах, представляет существенный технико-экономический и экологический интерес. Стеклобой — неразлагающийся отход, засоряющий почвенный слой земли, поэтому подлежит переработке или соответствующему захоронению (последнее относится к электронным и фторсодержащим стеклам). Утилизируют отходы стекла главным образом в стекольной промышленности и производстве строительных материалов. В первом случае все технологии как в России, так и за рубежом основаны на повторном плавлении стеклобоя, то есть имеет место значительное перерасходование энергии.

Известно, что вовлечение отходов промышленности и твердых бытовых отходов (ТБО) позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовление строительных материалов и конструкций по сравнению с производством их из природного сырья [1]. Кроме этого, это позволяет улучшить экологическую обстановку в регионах накопления техногенных отходов.

Вопросам использования боя искусственных стекол при создании строительных материалов уделялось внимание в МГСУ (ранее МИСИ) уже с середины 80-х годов. Проводились всесторонние исследования на выявление перспективности применения диспергированного боя искусственных стекол для получения вяжущих веществ и строительных материалов, которые характеризуются повышенными защитными, прочностными, антикоррозионными и другими свойствами [2].

С другой стороны, в настоящее время существует большая потребность в создании ряда инженерных коммуникаций и их элементов, выполненных из современных, коррозионностойких и долговечных материалов. В частности, речь идет о строительстве и реконструкции глубоководных канализационных выпусков на южном побережье России, а также смотровых колодцев и специальных емкостях и накопителях. Надо понимать, что трубопроводы относятся к системам жизнеобеспечения, и перерыв в их функционировании может вызывать серьезные последствия. Показателями качества трубопроводных систем является надежность и долговечность.

К сожалению, трубопроводы из традиционных материалов, таких как сталь и железобетон, подвержены наружному и внутреннему коррозионному разрушению, что приводит к потере

транспортируемой жидкости, недопустимому загрязнению окружающей среды, нарушению всех санитарных норм. Кроме этого, при строительстве трубопроводов систем канализации в условиях действий агрессивной водной среды при использовании традиционных материалов необходимо провести ряд дополнительных мероприятий по защите конструкций от коррозии, что становится неэффективным в силу больших первоначальных и эксплуатационных затрат.

Использование бетонных и железобетонных труб и элементов колодцев нельзя отнести к удачному решению из-за их высокого веса, трудностей при организации работ по устройству систем и низкой коррозионной стойкости бетона к действию агрессивных сточных сред, болот и морской воде.

В связи с этим коррозионная стойкость пластмассовых труб предопределила их монопольное применение во многих областях и технологических процессах, связанных с транспортированием агрессивных сред и в агрессивных средах. Поэтому применение именно пластмассовых труб при решении поставленных задач видится весьма перспективным.

Однако, в данном случае остро стоит вопрос о создании так называемой отрицательной плавучести элементов в водной среде и в обводненных грунтах в связи с тем, что средняя плотность труб из полимерных материалов составляет менее  $1 \text{ г/см}^3$ .

Трубы и колодцы просто всплывают, а все предлагаемые варианты решения этой проблемы не являются технологичными. Плавучесть усложняет установку трубопровода и колодца и его фиксацию в обводненной траншее (рис.1), а также при устройстве глубоководных выпусков на дне моря. Для утяжеления труб используют специальные бетонные пригрузки, которые удорожают строительство практически в 2 раза (рис. 2).

Было сделано предположение, что сочетание двух компонентов – мелкозернистого бетона на основе стеклобоя и полимерной опалубки-оболочки позволит не только выполнить поставленную задачу, но и получить хороший экономический и экологический эффект за счет утилизации неразлагающегося отхода.



**Рисунок 1.** Смотровой колодец, выполненный из элементов полиэтиленовой трубы

Предположительно поставленную задачу можно решить путем заливки специальной композиции на основе измельченного несортированного боя искусственных стекол в полую стенку полимерной трубы, которая в данном случае будет выполнять функцию опалубки-оболочки.

Для решения вопроса по созданию глубоководных выпусков предлагается использовать так называемые спиральновитые трубы (СВТ), выпуск которых в последнее десятилетие налажен на нескольких заводах в РФ и Украины [3]. Средняя длина глубоководного выпуска по водной

среде должна составлять не менее 3 км. Характеристики предлагаемых спиральновитых труб следующие: длина составляет 6 м, внутренний диаметр - в среднем 2 м, профиль намотки имеет прямоугольное сечение ребром от 75 мм (рис. 2). Размеры труб СВТ приведены в таблице 1.

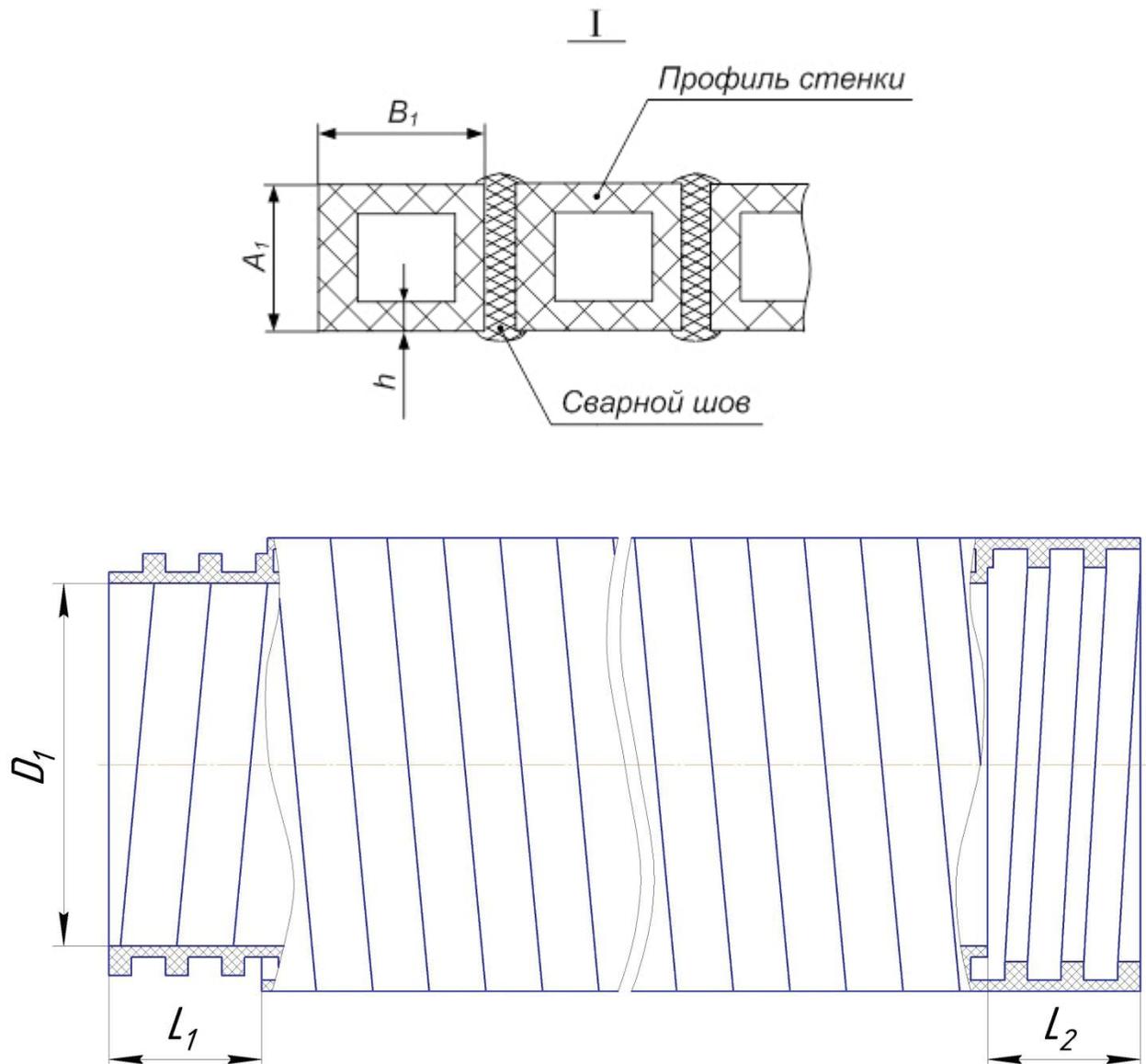


Рисунок 2. Полиэтиленовый трубопровод с бетонными пригрузами

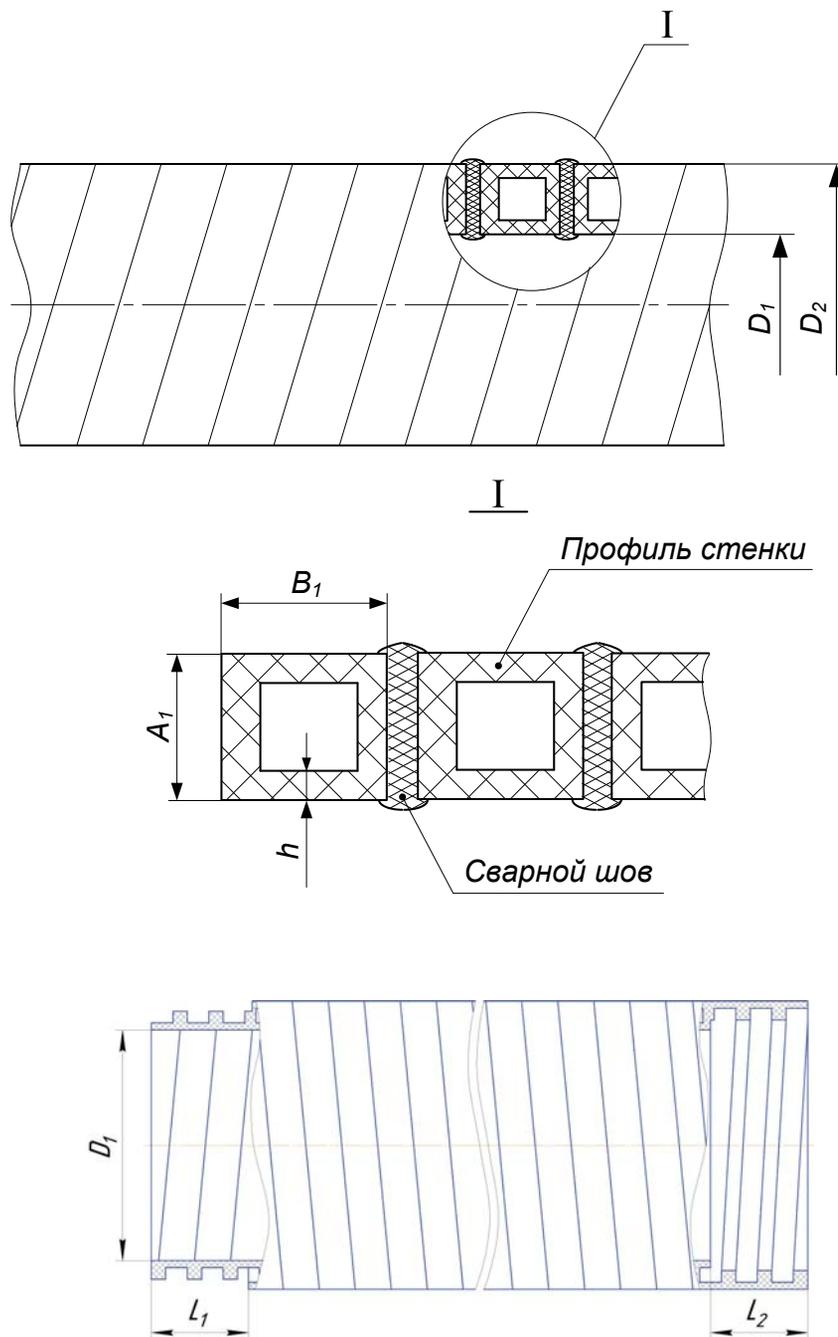


Рисунок 3. Конструкция спиральновитой трубы с полой стенкой

Таблица 1

Размеры труб СВТ в миллиметрах

№ п/п	Внутренний диаметр $D_1$		Наружный диаметр $D_2$		Параметры профиля стенки					
	Сред- ний	Пред. откл.	Сред- ний	Пред. откл.	Высота $A_1$		Ширина $B_1$		Толщина $h$	
					Средняя	Пред. откл.	Средняя	Пред. откл.	Средняя	Пред. откл.
1	2000	-18	2170,0	-18	85,0	-8,0	85,0	-6,0	7,5	-2,0
2	2200	-19	2370,0	-19	85,0	-8,0	85,0	-6,0	7,5	-2,0
3	2400	-20	2590,0	-20	95,0	-8,0	95,0	-6,0	8,5	-2,2

В качестве заливочной композиции предлагается использовать мелкозернистый бетон на основе стеклобоя, а в основу технологии стандартный процесс приготовления мелкозернистых бетонов. В данном случае стеклобой будет выступать в качестве заполнителя бетона и, возможно, как тонкодисперсный наполнитель.

Преыдушие исследования в этом направлении показали, что для получения высокоподвижной (П4 по ГОСТ 10181.0-81) композиции, твердеющей при положительной температуре без тепловлажностной обработки необходимо включать в состав мелкозернистых бетонов, природный песок, который в нашем случае будет заменен на дробленый стеклобой, тонкодисперсный компонент для исключения возможности расслоения бетонной смеси высокой подвижности (молотый стеклобой), цемент, воду, суперпластификатор и ускоритель твердения.

В качестве стеклобоя при производстве мелкозернистого бетона применяется несортированная смесь боя стекла (Табл. 2.).

Таблица 2

## Химический состав стеклобоя (% по массе)

Оксид	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO+MgO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
Содержание, %	71,5-72,6	2-2,6	0,1-0,25	10-10,5	15,0-16,0	0,3-0,4

Дроблённый стеклобой применяется в качестве мелкого заполнителя. Основные характеристики мелкого заполнителя на основе стеклобоя:

- модуль крупности  $M_k=0,945$ ;
- истинная плотность - 2,435 г/см<sup>3</sup>;
- насыпная плотность - 1,313 г/см<sup>3</sup>;
- содержание зёрен 5... 10 мм - не более 1,5% (по ГОСТ не более 5%);
- содержание мелких частиц (пыль) - 4% (по ГОСТ не более 10%).

Тонкодисперсный компонент представлен молотым до удельной поверхности 3000 – 4000 см<sup>2</sup>/г стеклобоем.

В качестве вяжущего применяется портландцемент М500 по ГОСТ 10178-85.

Для повышения подвижности бетонной смеси использовался суперпластификатор С-3.

Были исследованы несколько составов мелкозернистого бетона на основе стеклобоя для заливки в полу ю стенку трубы СВТ (таблица 3):

Таблица 3

Материал	Ед. измер.	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Цемент	кг	570	600	450
Дробленый стеклобой	кг	1350	950	270
Молотый стеклобой	кг	-	300	900
вода	кг	280	400	430
С-3	кг	2,4	2,3	1,6
В/Ц		0,49	0,66	0,95
<b>итого</b>	<b>кг</b>	<b>2202,4</b>	<b>2252,3</b>	<b>2051,6</b>
Утяжеление труб	т	2,7	2,8	2,6

Все три состава показали результаты, приемлемые для решения поставленной задачи.

В целом, проведенные опытные исследования по утилизации несортированного боя искусственных стекол при создании технологии получения элементов инженерных коммуникаций позволят оптимистично прогнозировать не только решение серьезной инженерной задачи, но и получить стойкий экологический и экономический эффект.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.Е. Никулин, Утилизация и очистка промышленных отходов, Л-д, Судостроение, 1980.
2. Зайцева Е.И. Поризованный теплоизоляционный материал на основе стеклобоя, диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, М. 1998.
3. Трубы из полиэтилена спиральнолитые с полой стенкой замкнутого профиля. Технические условия ТУ 2248-001-94841881-06.

УДК 691.32

### **ЕФЕКТИВНА УТИЛІЗАЦІЯ СКЛЯНИХ ВІДХОДІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТРУБ ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОЛОДЯЗІВ ПІДВИЩЕНОЇ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ**

© *Зайцева О.І., Зайцева А.А., Соколова А.А.*

У даній статті розглядається питання застосування склобою в складі дрібнозернистого бетону для заповнення порожнистої стінки спіральновитих поліетиленової труби при виробництві труб та елементів колодязів підвищеної корозійної стійкості.

**Ключові слова:** бетон, бій штучних стекол, глибоководні каналізаційні випуски, комунікації, корозійна стійкість, сировина, тверді побутові відходи, трубопровід.

UDC 691.32

### **EFFECTIVE UTILIZATION OF WASTE GLASS IN THE MANUFACTURE OF PIPES AND MANHOLE ELEMENTS INCREASED CORROSION RESISTANCE**

© *Zaitseva E.I., Zaitseva A.A., Sokolova A.A.*

This report discusses the the questions of using glass cullet in the fine concrete to fill the hollow wall of plastic pipe in the manufacture of pipes and manhole elements increased corrosion resistance.

**Keywords:** concrete, artificial glass cullet, deep sewer issues, communication, corrosion resistance, raw materials, municipal solid waste pipe.