

А. Н. БУТОВКА  
Д. А. КРЕТОВ  
С. С. МОРОЗОВА

## ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ В СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ: СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА И ОБЗОР НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

APPLICATION OF GLASS PLASTIC PIPES IN DRAINAGE SYSTEMS:  
MATERIAL PROPERTIES AND REVIEW OF REGULATORY REQUIREMENTS

*В условиях растущего спроса на эффективную и надежную водопроводную инфраструктуру стеклопластиковые трубы, предлагая ряд преимуществ, весьма перспективны для использования в системах водоснабжения и водоотведения благодаря их коррозионной стойкости, малому весу и высокому соотношению прочности к весу и гладкой внутренней поверхности. Цель исследования состояла в оценке пригодности стеклопластиковых труб для использования в сфере трубопроводного транспорта, в том числе для систем водоотведения. Для этого был проведен комплексный анализ их физико-механических характеристик и сопоставление с требованиями российских и международных нормативных документов (Свод правил, ГОСТ, ГОСТ Р, государственные стандарты Республики Казахстан СТ РК, американские стандарты AWWA, ASTM и др.).*

**Ключевые слова:** *стеклопластиковые трубы, водоотведение, канализация, водоснабжение, свойства материала, физико-механические характеристики, нормативные требования, ограничения*

В настоящее время существует множество классификаций труб, используемых в системах водоснабжения и водоотведения (по типу материала, по назначению, по способу присоединения и др.) [1].

Качество труб напрямую зависит от материала, из которого выполнено изделие, особенностей его состава и наличия в нем различных

*With the growing demand for efficient and reliable water infrastructure, fiberglass pipes, while offering a number of advantages, are highly promising for use in water supply and drainage systems due to their corrosion resistance, low weight, high strength-to-weight ratio and smooth finish inner surface. The purpose of the study was to assess the suitability of fiberglass pipes for use in the field of pipeline transport, including for drainage systems. For this purpose, a comprehensive analysis of their physical and mechanical characteristics and comparison with the requirements of Russian and international regulatory documents (Code of Practice, GOST, GOST R, state standards of the Republic of Kazakhstan ST RK, American standards AWWA, ASTM, etc.) was carried out.*

**Keywords:** *fiberglass pipes, drainage, sewage system, water supply, material properties, physical and mechanical characteristics, regulatory requirements, restrictions*

добавок. Материалы должны обеспечивать бесперебойную работу трубопроводов, выдерживая различные нагрузки и агрессивные среды.

Стеклопластик обладает высокой химической стойкостью, что позволяет использовать его в самых разнообразных условиях. Материал имеет в составе различные виды смол. Армирующим материалом композита является стекловолокно,

связующим веществом могут выступать эпоксидные, полиэфирные или винилэфирные смолы. Стеклопластиковые трубы широко применяют в различных отраслях, включая нефтегазовую, водоснабжение и канализацию [2–5]. Более подробная информация для стеклопластиковых труб на эпоксидном связующем представлена в табл. 1.

Преимущества стеклопластиковых труб:

- малый вес;
- высокая коррозионная стойкость – стеклопластик устойчив к воздействию агрессивных сред, что позволяет использовать его в различных условиях;
- длительный срок службы;
- высокая пропускная способность – гладкая внутренняя поверхность труб снижает потери давления;
- устойчивость к температурным перепадам – стеклопластиковые трубы могут выдер-

живать широкий диапазон температур, от минусовых до высоких;

▪ простота монтажа – соединение труб осуществляется с помощью специальных фитингов, что упрощает и ускоряет монтажные работы.

Несмотря на свои преимущества, стеклопластиковые трубы имеют некоторые ограничения. Так, они могут быть менее устойчивы к механическим повреждениям при высоких нагрузках. Однако современные технологии позволяют армировать трубы дополнительными слоями, что значительно повышает их прочность.

Сравнивая стеклопластиковые трубы с другими материалами, применяемыми в канализационной системе, важно остановиться на ряде технологических характеристик (табл. 2). При определении жизнеспособности материала трубы, как правило, учитывают коррозионную стойкость, характеристики гидравлического потока и свойства материала. Во всех трех

Таблица 1. Сферы применения труб на эпоксидном связующем  
Table 1. Areas of application for epoxy resin pipes

Сфера применения	Виды систем, сооружений и конструкций
ЖКХ	Трубопроводы для линий горячего и холодного водоснабжения, теплоснабжения, водоотведения и канализации
Нефтедобыча	Внутрипромысловые трубопроводы
	Обсадные и насосно-компрессорные трубы
	Трубопроводы поддержания пластового давления
	Технологические трубопроводы
Химическая промышленность	Трубопроводы для транспортировки кислот, их солей и химически агрессивных растворов
	Трубопроводы химводоподготовки
	Шламопроводы и системы золошлакоудаления
Энергетическая промышленность	Системы опреснительных установок
Другие сферы	Транспортировка химически агрессивных сред и стоков гальванических цехов
	Система пожаротушения

Таблица 2. Физико-механические свойства различных материалов  
Table 2. Physical and mechanical properties of various materials

Физико-механические свойства	Стеклопластик	ПВХ	Сталь	Алюминий
Плотность, т/м <sup>3</sup>	1,6–2,0	1,4	7,8	2,7
Разрушающее напряжение при растяжении, МН/м <sup>2</sup>	410–1180	41–48	410–480	80–430
Предел прочности при изгибе, МН/м <sup>2</sup>	690–1240	30–110	400	275
Модуль упругости при растяжении, Г Па	21–41	2,8	210	70
Коэффициент линейного расширения, 10 <sup>-6</sup> °С <sup>-1</sup>	5–14	54–75	11–14	2,2–2,3
Коэффициент теплопроводности, Вт/мК	0,3–0,35	0,3	46	140–190

характеристиках трубы из стекловолокна имеют высокие показатели.

Стеклопластиковые трубы коррозионно-стойки, не требуют катодной и протекторной защиты. Это позволяет снизить затраты на техническое обслуживание в течение жизненного цикла трубы. Устойчивость к коррозии труб из стеклопластика делает трубу невосприимчивой к гальванической (в условиях почвы с низким рН) и электролитической (от блуждающих электрических токов) коррозии.

Гладкая внутренняя поверхность стеклопластиковой трубы обеспечивает превосходные гидравлические характеристики и снижает потери напора. При этом поверхность износостойка, что дает положительный эффект при применении в напорных трубах, поскольку потери напора не увеличиваются в зависимости от срока службы трубы.

Материал трубы имеет коэффициент текучести Хагена-Вильямса, равный 150, и значение коэффициента текучести Мэннинга, равный 0,009. Чрезвычайно гладкая внутренняя поверхность трубы снижает потери напора и длительно сохраняется, что идеально подходит для применения в напорных трубах, поскольку потери напора остаются практически постоянными в течение всего срока службы трубы.

Благодаря уникальному сочетанию высокой прочности, малого веса и химической стойкости, волокнистые композиты стали оптимальным материалом для производства труб. По сравнению с традиционными металлическими трубами изделия из композитов служат в несколько раз дольше, не требуют дополнительной антикоррозионной защиты и значительно легче. Это существенно снижает затраты на монтаж и обслуживание трубопроводов.

Основные свойства стеклопластиков, как и других композитных материалов, определяются тремя ключевыми факторами: прочностью армирующего волокна, механическими

характеристиками полимерной матрицы и качеством соединения между волокном и матрицей. Эти факторы влияют на такие свойства материала, как прочность, жесткость и долговечность [6, 7].

Пределы работы труб на полиэфирных смолах – давление 32 атм и температура 90 °С; для труб на эпоксидном связующем – предельное давление на порядок выше – до 240 атм; предельная температура теплоносителя 130 °С.

Стеклопластик – это неоднородный материал, состоящий из нескольких слоев. Его свойства сильно зависят от того, как расположены волокна в этих слоях. Например, прочность и жесткость трубы во многом определяются углом намотки волокон  $\theta$ . Схема укладки и деформации армирующих волокон стеклопластиковой трубы представлена на рисунке.

При работе композиционных материалов нагрузки в основном воспринимаются армирующими волокнами, так как трубы представляют собой определенную конструкцию для восприятия нагрузок от внутреннего давления, осевого растяжения, изгиба и т. п. [8, 9].

Анализ разрушения композитных материалов позволяет определить их прочность и смоделировать процессы, ведущие к их разрушению под нагрузкой. В композитных трубах типичным видом разрушения является потеря герметичности стенок из-за образования трещин в матрице и нарушения сцепления между волокнами и матрицей [9].

Разрушение композитных материалов – сложный процесс, включающий несколько стадий. На начальном этапе происходит локальное повреждение верхнего слоя. Затем разрушение распространяется до последнего слоя материала.

Механизмы разрушения композитов разнообразны и зависят от многих факторов, включая свойства компонентов и их взаимодействие. Разрушение волокон, матрицы и адгезионных связей требует различных подходов к моделированию.

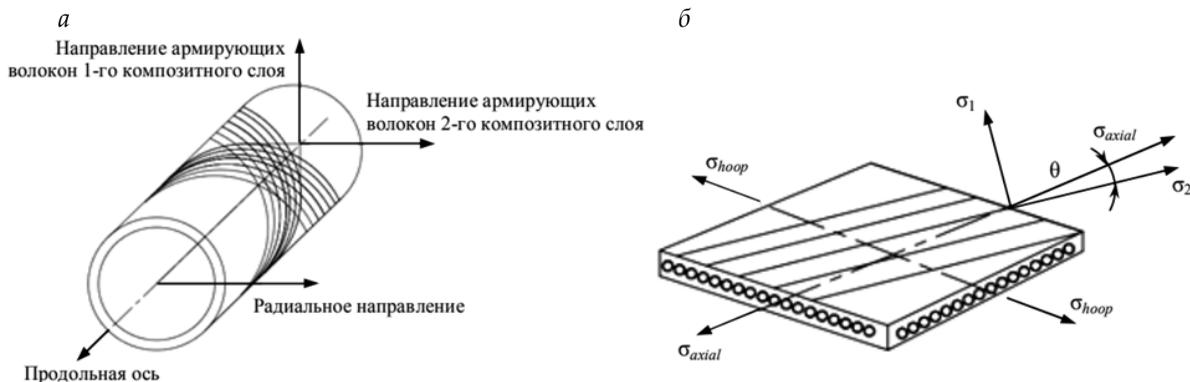


Схема укладки (а) и деформации (б) армирующих волокон стеклопластиковой трубы  
Scheme of laying (a) and deformation (b) of reinforcing fibers of a fiberglass pipe

Критерий максимальных напряжений является одним из методов оценки прочности композитов. Он учитывает неоднородность материала и взаимодействие компонентов [10].

Также надо учитывать, что при эксплуатации стеклопластиковых труб в производственно-дождевой канализации на долговечность трубопроводной системы будет оказывать влияние транспортируемая среда. На опасных производственных объектах в ливневые стоки непременно будут попадать нефтепродукты, масла и иные химически агрессивные жидкости. В результате такого воздействия изменяются деформационно-прочностные показатели материалов, другими словами, будет проходить процесс старения. На практике для оценки стойкости к различным агрессивным средам (например, растворы кислот, солей и оснований) ограничиваются оценкой основных механических показателей (предел прочности и модуль упругости), измеренных для волокон, полимерной матрицы и композитов.

Одним из плюсов применения стеклопластиковых труб была отмечена ее высокая пропускная способность благодаря гладкой внутренней поверхности трубы. Однако помимо химических примесей в производственно-дождевые стоки могут попадать различные твердые вещества, под действием которых внутренние стенки стеклопластиковых труб будут подвергаться абразивному износу. Стеклопластиковые трубы часто подвергаются абразивному износу, вызванному воздействием твердых частиц, переносимых жидкостью. Этот процесс приводит к постепенному разрушению внутренней поверхности трубы и снижению срока ее службы. Интенсивность износа зависит от свойств как самой трубы, так и абразивных частиц, таких как их размер, форма и химический состав. Для оценки устойчивости труб к гидроабразивному износу применяются специальные методы. Одним из наиболее распространенных является метод, основанный на стандарте ГОСТ Р 55877–2013, аналогичный немецкому стандарту DIN EN 295-3:2012. Этот метод позволяет оценить износостойкость материала, имитируя условия эксплуатации труб в реальных условиях [11, 12]. Однако следует отметить сложность данного метода из-за практически полного отсутствия необходимого оборудования в испытательных лабораториях России. Поэтому здесь остается актуальным вопрос разработки подходов прогнозирования долговечности стеклопластиковых трубопроводов, по аналогии с похожими подходами для полимерных трубопроводов [13].

Если учитывать, что основной средой эксплуатации стеклопластиковых труб в системах

водоотведения является вода, необходимо также оценивать способность к водопоглощению композитного материала. Стоит подчеркнуть, что все полимерные материалы, в том числе и стеклопластики, в большей или меньшей степени гигроскопичны, т. е. обладают способностью впитывать влагу. Вода в большей степени влияет на матрицу. Низкая прочность композитов во влажном состоянии может быть связана с пористостью, образовавшейся в результате попадания воздуха в материал при его изготовлении. Чрезмерная неоднородность материала может привести к потере герметичности, пластификации (набухание) и замерзанию воды в порах, что влечет за собой возникновение механических напряжений и является одной из основных причин трещинообразования [14].

Основываясь на приведенном в табл. 1 перечне сфер применения, была проанализирована действующая нормативная документация и ее требования к стеклопластиковым трубам.

Основными отечественными нормативными документами, регулирующими область проектирования и строительства наружных сетей водоснабжения и водоотведения в Российской Федерации, являются СП 31.13330.2021, СП 32.13330.2018 и СП 129.13330.2019.

СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» устанавливает требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых сооружений водоподготовки и систем наружного водоснабжения поселений и городских округов, производственных и сельскохозяйственных объектов. Согласно данному своду правил материал и класс прочности для водоводов и водопроводных сетей следует выбирать на основании технико-экономического, статического и гидравлического расчетов, коррозионной агрессивности грунта и транспортируемой воды, а также условий обеспечения надежности и долговечности работы трубопроводов и требований к качеству воды.

Для водоводов допускается применение труб и фасонных изделий, изготовленных из стеклокомпозитов с резьбовыми, муфтовыми резьбовыми, раструбными резьбовыми, резьбовыми клеевыми, муфтовыми клеевыми, раструбными клеевыми, муфтовыми блокирующими и раструбными блокирующими соединениями, соответствующих требованиям действующих стандартов, при прокладке на участках с расчетным внутренним давлением до 3,2 МПа, на слабых, неустойчивых и болотистых грунтах, в гористой местности, в условиях многолетней мерзлоты, в сейсмически опасных районах, дюкерах, вертикальных трубопроводах, под железными и автомобильными

дорогами, в местах пересечения хозяйственно-питьевого водопровода с сетями канализации, по автодорожным и городским мостам, по опорам, эстакадам и в тоннелях.

СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения» устанавливает правила проектирования вновь строящихся и реконструируемых систем водоотведения, наружных сетей и сооружений постоянного назначения для бытовых и поверхностных (дождевых и талых) стоков, а также близких к ним по составу производственных сточных вод. Стоит отметить, что данный нормативный документ предусматривает перекачку в том числе производственных агрессивных или взрывоопасных сточных вод согласно п. 8.2 (табл. 17 СП 32.13330.2018) и п. 11.2 (табл. 21 СП 32.13330.2018).

Материал труб и каналов, применяемых в системах водоотведения, должен быть стойким к влиянию как транспортируемой сточной жидкости, так и газовой коррозии в верхней части коллекторов. Стоит отметить, что для предотвращения газовой коррозии СП 32.13330.2018 предусматривает применение стеклокомпозитных труб как один из способов защиты. Данный свод правил также устанавливает требования к размещению люков и колодцев в рамках проектирования канализации.

Требования СП 32.13330.2018 допускают применение стеклокомпозитного материала для производства труб, лотков, каналов, колодцев, емкостей, насосных станций, взаимодействующих со сточными водами, образующимися на территориях жилых и общественно-деловых зон всех видов, на территориях производственных зон и зон транспортной инфраструктуры, которые могут быть загрязнены специфическими загрязняющими веществами с токсичными свойствами или органическими веществами, обуславливающими высокие значения показателей ХПК, БПК<sub>5</sub>, а также нефтепродуктами, СПАВ, тяжелыми металлами, аммонийным азотом, фосфором фосфатов.

Следует отметить, что при проектировании сооружений очистки поверхностных сточных вод с территорий производственных зон эти воды имеют более сложный состав, который определяется характером основных технологических процессов, а концентрация при-

месей зависит от вида поверхности водосбора, санитарно-технического состояния и режима уборки территории, эффективности работы систем газо- и пылеулавливания, организации складирования и транспортирования сырья, промежуточных и готовых продуктов, отходов производства. Так, ГОСТ Р 58367–2019, распространяющийся на проектирование объектов обустройства нефтяных, газонефтяных, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождений, устанавливает среднюю концентрацию загрязнений в поверхностных водах, собираемых на объектах месторождений нефти, значения которых представлены в табл. 3.

С 29.01.2024 вступили в силу Изменения № 3 к СП 32.13330.2018, в которых были введены требования к стеклокомпозитным трубам. Так, например, добавлены требования при гидравлическом расчете канализационных сетей в части учета физико-механических свойств труб и деталей трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекловолокнами согласно ГОСТ Р 55068. Также свод правил дополняется ссылкой на СП 129.13330 и ГОСТ Р 54560.

СП 129.13330.2019 «СНиП 3.05.04-85\* Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации» устанавливает правила, которые должны соблюдаться при строительстве вновь строящихся и реконструируемых наружных сетей и сооружений водоснабжения и канализации населенных пунктов и промышленных предприятий. Требования данного свода правил предусматривают применение в трубопроводных системах водоотведения в производственной канализации стеклокомпозитных труб и фитингов, соответствующих стандартам ГОСТ Р 54560, ГОСТ Р 53201 или ГОСТ Р 55068. В СП 129.13330.2019 подробно расписаны требования к монтажу стеклокомпозитных трубопроводов с различными видами разъемных и неразъемных соединений, в том числе раструбных и резьбовых, с помощью которых соединяются трубы. Также в своде правил учитываются особенности стеклокомпозитных материалов и тип соединения труб при проведении гидравлических испытаний и установлении испытательного давления на прочность и герметичность.

С 22.01.2024 действуют Изменения № 1 к СП 129.13330.2019, в которых внесены новые

Таблица 3. Значения показателей загрязнения поверхностных вод согласно ГОСТ Р 58367–2019

Table 3. Surface water pollution indicator values according to GOST R 58367–2019

Взвешенные вещества	БПК	Нефтепродукты
300 мг/л	20-40 мг/л	50-100 мг/л

требования к стеклокомпозитным трубам. Так, в изменениях установлен нормативный срок службы сооружений и сетей водоснабжения и канализации из стеклопластика на уровне 50 лет, что значительно превышает аналогичные показатели для традиционных материалов (железобетон, бетон, хризотилцемент).

Для проектирования и монтажа подземных трубопроводов из стеклопластика применяются СП 40-104-2001 и СП 40-105-2001, распространяющиеся на трубопроводы из

стеклопластиковых труб диаметром до 300 мм для холодного водоснабжения и до 500 мм для самотечной канализации соответственно. Требования обоих сводов правил ограничиваются стеклопластиковыми трубами, изготовленными по конкретным техническим условиям.

Анализ стандартов, представленных в табл. 4, демонстрирует широкое разнообразие как отечественных, так и зарубежных нормативных документов, регулирующих производство стеклопластиковых труб.

Таблица 4. Требования национальных и зарубежных стандартов, распространяющиеся на стеклопластиковые трубы  
Table 4. Requirements of national and foreign standards applicable to fiberglass pipes

Нормативный документ	Область применения	Параметры трубопроводов	
		давление, МПа	диаметры, мм
ГОСТ Р 59411–2021	Проектирование, строительство и эксплуатация промышленных трубопроводов	До 21	От 50 до 450
ГОСТ Р 54560–2015	Требования к стеклопластиковым трубам для водоснабжения, водоотведения, дренажа и канализации	До 3,2	От 300 до 3000
ГОСТ Р 53201–2023	Требования к стеклопластиковым трубам для технического и питьевого водоснабжения, крепления скважин, транспортировки нефтепродуктов, растворов солей, кислот и других химических реагентов	От 3,5 до 27,6	От 50 до 200
ГОСТ Р 55068–2012	Требования на трубы для использования в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, транспортирования нефтепродуктов, морской воды, химически агрессивных и абразивосодержащих сред	До 25	От 20 до 600
ГОСТ Р 55078–2012	Требования к царгам из реактопластов, армированных стекловолокном, предназначенных для отвода газа, газоздушных смесей и дыма	–	–
ГОСТ 32661–2014	Требования к стеклопластиковым трубам для строительства систем водоснабжения, водоотведения, дренажа и канализации, транспортирования жидких углеводородов, пара, газообразных и агрессивных сред, а также систем специального назначения	До 3,2	От 300 до 3000
ГОСТ Р 56277–2014	Требования к внутрипромышленным трубопроводам нефтяной и газовой промышленности из полимерного композиционного материала	До 4	От 100 до 450
ISO 14692-1	Применяемые материалы	До 0,8	От 25 до 1200
ISO 14692-2	Оценка и изготовление стеклопластиковых труб	До 0,8	От 25 до 1200
ISO 14692-3	Проектирование промышленных трубопроводов	До 0,8	От 25 до 1200
ISO 14692-4	Строительство промышленных трубопроводов	До 0,8	От 25 до 1200
СТ РК 1255-1–2004	Применяемые материалы	До 1,2	От 25 до 1200

Окончание табл. 4

Нормативный документ	Область применения	Параметры трубопроводов	
		давление, МПа	диаметры, мм
СТ РК 1255-2-2004	Оценка и изготовление стеклопластиковых труб	До 1,2	От 25 до 1200
СТ РК 1255-3-2004	Проектирование промышленных трубопроводов	До 1,2	От 25 до 1200
СТ РК 1255-4-2004	Строительство промышленных трубопроводов	До 1,2	От 25 до 1200
AWWA C950	Изготовление и испытания стеклопластиковых труб водоснабжения	До 3,2	От 200 до 4000
ASTM D3517-2014	Спецификация напорных трубопроводов	До 3,2	От 200 до 3700
ASTM D3754-2019	Спецификация трубопроводов водоснабжения	До 3,2	От 200 до 3700

Одним из ключевых стандартов, по рассматриваемой теме, в Российской Федерации является ГОСТ Р 53201–2023 «Трубы стеклопластиковые и фитинги. Технические условия». Данный нормативный документ устанавливает требования к изделиям диаметром от 50 до 200 мм, изготовленным из композитных материалов на основе стекловолокна. Такие трубы предназначены для широкого спектра применений, включая системы водоснабжения и канализации, в том числе для промышленных стоков.

Еще одним нормативным документом, устанавливающим технические требования на стеклопластиковые трубы, изготавливаемые методом непрерывной намотки армирующего наполнителя, является ГОСТ Р 55068–2012 «Трубы и детали трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами. Технические условия». Данный стандарт устанавливает требования к трубам диаметром от 20 до 600 мм, которые широко применяются в различных сферах: от коммунального хозяйства до различных отраслей промышленности, включая транспортировку агрессивных сред.

В ГОСТ Р 54560–2015 «Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном, для водоснабжения, водовведения, дренажа и канализации. Технические условия» изложены требования, которым должны удовлетворять трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном, предназначенные для транспортирования различных рабочих сред, таких как

бытовые, промышленные и ливневые стоки, питьевые, морские и технические воды, водные растворы химических элементов и иные среды по согласованию с производителем. Требования стандарта распространяются на трубы номинального диаметра от 300 до 3000 мм.

Стоит отметить, что в указанном национальном стандарте представлена таблица с перечнем допустимых и нерекомендуемых водных растворов веществ, которые оказывают влияние на стеклопластиковые трубы в зависимости от концентрации этих веществ и типа связующего материала трубы.

Аналогичные нормативные документы – ГОСТ 32661–2014 «Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных волокном. Общие технические условия» и ГОСТ Р ИСО 10467–2013 «Трубопроводы из армированных стекловолокном термореактопластов на основе ненасыщенных полиэфирных смол для напорной и безнапорной канализации и дренажа. Общие технические требования» регламентируют требования к стеклопластиковым трубам, используемым в различных инженерных системах. Эти документы охватывают трубы диаметром от 50 до 4000 мм, изготовленные различными методами и предназначенные для широкого спектра применений, включая водоснабжение, канализацию и транспортировку агрессивных сред.

Нормативная база, регулирующая применение полимерных композитных труб в нефтегазовой промышленности, представлена в ГОСТ Р 56277–2014 «Трубы и фитинги композитные полимерные для внутрипромышленных

трубопроводов. Технические условия». Этот стандарт устанавливает требования к материалам, производству и испытаниям труб, обеспечивая их безопасность и надежность при эксплуатации в различных условиях.

В части проектирования и строительства стеклопластиковых труб действует ГОСТ Р 59411–2021, распространяющийся на проектирование, производство и приемку строительно-монтажных работ при сооружении, реконструкции и капитальном ремонте и эксплуатацию промышленных трубопроводов из стеклопластиковых труб диаметром до 450 мм. Данный стандарт предназначен для нефтегазовой промышленности и распространяется на перекачку таких сред, как продукты скважин, товарная нефть, ингибиторы, пластовые и сточные воды. Следует отметить, что при выполнении расчетов по данному стандарту применяются гораздо большие коэффициенты запаса к стеклопластиковым трубопроводам по сравнению с аналогичными стальными [15].

В завершение анализа отечественных нормативных документов следует отметить, что в настоящее время намечен постепенный переход системы технического регулирования строительной отрасли к параметрическому методу нормирования в рамках «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г.». Параметрическая система будет лишь способствовать расширению области применения стеклопластиковых труб.

В мировой практике также повсеместно используют трубы из композитных материалов. При проектировании и строительстве трубопроводов из стеклопластика применяются международные стандарты.

Стандарты ISO 14692-1, ISO 14692-2, ISO 14692-3 и ISO 14692-4 в основном предназначаются для морских трубопроводов как на стационарных, так и на плавучих сооружениях, а также для систем подачи воды, противопожарной системы и общего промышленного пользования. Стандарты устанавливают требования к трубам диаметром от 25 до 1200 мм.

Кроме того, в Республике Казахстан действуют государственные стандарты СТ РК 1255-1–2004, СТ РК 1255-2–2004, СТ РК 1255-3–2004, СТ РК 1255-4–2004, основанные на международных нормах ISO 14692, с некоторыми особенностями в отношении допустимых давлений [4].

В 1968 г. Американский институт нефти (API) опубликовал свой первый стандарт на трубы из стеклопластика. Этим первым стандартом API был API 15LR спецификация для

труб, армированных термореактивной смолой. Сегодня в США существуют Стандарты напорных труб из стеклопластика, принятые международными признанными организациями по стандартизации, такими как Международная организация по стандартизации (ISO), Американское Общество по испытанию материалов (ASTM) и Американская ассоциация водопроводных работ (AWWA). Стандарты, разработанные сегодня, содержат набор строгих эксплуатационных критериев, которым должен соответствовать этот современный трубный материал. Наиболее распространенными системными стандартами для применения под давлением с использованием стеклопластиковых труб большого диаметра являются следующие:

- ASTM D3517 (1976) – стандартная спецификация для напорной трубы из стекловолокна (армированной стекловолокном термореактивной смолы; применимо для труб диаметром от 8 до 144 дюймов – от 200 до 3700 мм), с кремнистым песком или без него, а также полиэфирной или эпоксидной смолой;
- ASTM D3754 (1979) – стандартная спецификация для стеклопластиковых (армированных стекловолокном термореактивных смол) канализационных и промышленных напорных труб (применимо для труб диаметром от 8 до 144 дюймов – от 200 до 3700 мм), с кремнистым песком или без него, а также полиэфирной или эпоксидной смолой.

В настоящее время данные документы обновлены до ASTM D3517-2019 и ASTM D3754-2019, где указываются нормативные размеры для стеклопластиковых труб в диапазоне от DN 200 до DN 3700.

Американский национальный стандарт AWWA C950 описывает изготовление и испытания стеклопластиковых труб (от DN 25 до DN 4000) и соединительных систем для использования как в надземных, так и в подземных системах водоснабжения. Данный стандарт используется в качестве руководства для производства стеклопластиковых напорных труб систем водоснабжения.

Исходя из требований выбранных стандартов, основными физико-механическими и физико-химическими характеристиками труб систем водоотведения из стеклокомпозитных материалов, необходимыми для оценки качества эксплуатируемых труб, являются:

- предел прочности в осевом и окружном направлении;
- модуль упругости в осевом и окружном направлении (кольцевая жесткость);
- плотность материала;
- степень отверждения (полимеризации).

Также дополнительно контролируются такие показатели, как: коэффициент теплопроводности,

температура стеклования полимерного композита, удельная теплоемкость, коэффициент теплового расширения, водопоглощение и показатель твердости поверхности трубы.

Кроме того, в соответствии с ФНиП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов» установлено, что на площадках опасных производственных объектов складов нефти и нефтепродуктов сеть производственных сточных вод (допускается объединение производственной и дождевой канализации) должна быть закрытой и выполняется из негорючих материалов.

ГОСТ Р 58367–2019 (п. 6.7.3.7) также регламентирует проектирование канализационных сетей нефтесодержащих сточных вод из негорючих материалов, однако положения стандарта предусматривают проектирование напорных трубопроводов нефтесодержащих сточных вод из стеклопластиковых труб.

**Выводы.** 1. Стеклопластиковые трубы представляют собой современное решение для систем водоснабжения и водоотведения благодаря своим эксплуатационным характеристикам, долговечности, простоте монтажа и экономичности.

2. Стеклопластиковые трубы имеют потенциал к увеличению объемов применения в различных отраслях строительства и промышленности, вытесняя при этом традиционные материалы.

3. Для стеклопластиковых труб необходимо составлять технические условия, которые будут устанавливать ряд требований к продукции, ее производству, методам контроля качества и условиям эксплуатации. Также в зависимости от используемых композитных материалов и способов их изготовления должны быть изложены сортаментные характеристики, важные для гидравлических расчетов, и физико-механические показатели, важные для прочностных расчетов трубопроводных систем.

4. Стеклопластиковые трубы могут активно применяться при строительстве сетей водоотведения и канализации при должном соответствии требованиям нормативных документов.

5. На сегодняшний день существующие нормативно-технические документы не полностью регламентируют применение широкого сортамента стеклопластиковых труб и изделий в системах водоотведения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голяк С.А., Уляков М.С., Иштакбаев Р.Ф. и др. Особенности выбора материала труб при проектировании систем водоснабжения и водоотведения //

Успехи современного естествознания. 2014. № 12. С. 396–399.

2. Шувалов М.В., Тараканов Д.И. Применение труб из различных материалов для устройства водопроводных сетей // Градостроительство и архитектура. 2023. Т.13, № 1. С. 53–59. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.7.

3. Бутовка А.Н. Анализ применения различных конструкций композиционных труб и формирование нормативной базы для проектирования строительства из них промысловых трубопроводов // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2018. № 2 (66). С. 14–17.

4. Мехтиев К.А., Диулин В.Д., Морозова С.С. Исследование применения стеклопластиковых труб на месторождениях нефтегазовой отрасли // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2021. № 3 (79). С. 29–32.

5. Мясоедова В.В. Применение стеклопластиковых труб и новых композиционных материалов для инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2004. № 6. С. 28–33.

6. Кузько А.В., Кузько А.Е., Кузьменко А.П. и др. Состав и физико-механические свойства термоактивных стеклопластиков // Известия Юго-Западного Государственного Университета. Серия: Техника И Технологии. 2022. № 3. С. 105–117. DOI: 10.21869/2223-1528-2022-12-3-105-117.

7. Преображенский И.А. Стеклопластики – свойства, применение, технологии // Главный механик. 2010. № 5. С. 37–44.

8. Волков С.А. Стеклопластиковые трубопроводы, особенности работы и ошибки монтажа [Электронный ресурс]. URL: [zst.ru/company/news/107](http://zst.ru/company/news/107) (дата обращения: 05.07.2024).

9. Николаев А.К., Альфредо Лазаро Козйо Веласкес Моделирование процесса разрушения стеклопластиковой трубы // Записки Горного института. 2017. Т. 223. С. 93–98. DOI: 10.18454/pmi.2017.1.93.

10. Карапетян К.А. Об изменении прочностных характеристик тканевых стеклопластиковых труб, хранившихся длительное время в лабораторных условиях // Доклады НАН Армении. 2000. С. 122–125.

11. Антоев К.П., Попов С.Н. Исследование стойкости к гидроабразивному износу стеклопластиковых труб с полиуретановым покрытием // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2017. № 1 (85). С. 87–90.

12. Иванов С.В., Антошин В.А., Мельников Д.А., Албагачиев А.Ю. Абразивная износостойкость и ресурс эксплуатации труб из стеклокомпозита // Наукоемкие технологии в машиностроении. 2023. № 6. С. 28–37. DOI: 10.30987/2223-4608-2023-28-37.

13. Быковский Г.О., Морозова С.С., Олзреску А., Потанов Б.В. Подход к прогнозированию долговечности полимерных трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2023. № 1 (83). С. 27–31.

14. Корецкая Л., Александрова Т. Структурные изменения неизбежны. Влияние воды на свойства стеклопластиков // Полимерные трубы. 2011. № 1 С. 38–41.

15. Морозова С.С., Леонович Е.А. Исследование фактического коэффициента запаса прочности трубопровода из стеклопластиковых труб // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2023. № 2 (84). С. 7–13.

## REFERENCES

1. Golyak S.A., Ulyakov M.S., Ishtakbaev R.F. et al. Peculiarities of pipe material selection in designing water supply and water disposal systems. *Uspehi sovremenno go estestvoznaniya* [The successes of modern natural science], 2014, no. 12, pp. 396–399. (in Russian)

2. Shuvalov M.V., Tarakanov D.I. The use of pipes made of various materials for the construction of water supply networks. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 53–59. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.7

3. Butovka A.N. Analysis of the use of various structures of composite pipes and the formation of a regulatory framework for the design of construction of flowlines from them. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2018, no. 2 (66), pp. 14–17. (in Russian)

4. Mekhtiev K.A., Diulin V.D., Morozova S.S. Study of the use of fiberglass pipes in oil and gas fields. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2021, no. 3 (79), pp. 29–32. (in Russian)

5. Myasoedova V.V. Application of fiberglass pipes and new composite materials for utility networks of water supply and sewerage. *Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie* [Plumbing, Heating, air Conditioning], 2004, no. 6, pp. 28–33. (in Russian)

6. Kuzko A.V., Kuzko A.E., Kuzmenko A.P. and others. Composition and physical and mechanical properties of thermosetting fiberglass. *Izvestiya Jugo-Zapadnogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Tehnika I Tehnologii* [News of Southwestern State University. Series: Machinery and Technology], 2022, no. 3, pp. 105–117. (in Russian) DOI: 10.21869/2223-1528-2022-12-3-105-117

7. Preobrazhensky I.A. Fiberglass – properties, application, technologies. *Glavnyy mehanik* [Chief Mechanical Engineer], 2010, no. 5, pp. 37–44. (in Russian)

8. Volkov S.A. Fiberglass pipelines, peculiarities of operation and installation errors. Available at: [zst.ru/company/news/107](http://zst.ru/company/news/107) (accessed 05 July 2024)

9. Nikolaev AK, Alfredo Lazaro Coeio Velazquez Modeling the process of destruction of fiberglass pipe. *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 2017, vol. 223, pp. 93–98. (in Russian) DOI: 10.18454/pmi.2017.1.93

10. Karapetyan K.A. On the change in the strength characteristics of fiberglass fabric pipes stored for a long time in laboratory conditions. *Doklady NAN Armenii* [Reports of the National Academy of Sciences of Armenia], 2000, pp. 122–125. (in Russian)

11. Antoev K.P., Popov S.N. Study of resistance to waterabrasive wear of fiberglass pipes with polyurethane coating. *Prirodnye resursy Arktiki i Subarkтики* [Natural resources of the Arctic and Subarctic], 2017, no. 1 (85), pp. 87–90. (in Russian)

12. Ivanov S.V., Antoshin V.A., Melnikov D.A., Albagachiev A.Yu. Abrasive wear resistance and service life of glass composite pipes. *Naukoemkie tehnologii v mashinostroenii* [High-tech Technologies in Mechanical Engineering], 2023, no. 6, pp. 28–37. (in Russian) DOI: 10.30987/2223-4608-2023-28-37

13. Bykovsky G.O., Morozova S.S., Olarescu A., Potapov B.V. Approach to predicting the durability of polymer pipelines of water supply and sewerage networks. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2023, no. 1 (83), pp. 27–31. (in Russian)

14. Koretskaya L., Alexandrova T. Structural changes are inevitable. Effect of water on fiberglass properties. *Polimernye trubyy* [Polymer Pipes], 2011, no. 1, pp. 38–41. (in Russian)

15. Morozova S.S., Leonovich E.A. Study of the actual safety factor of the pipeline made of fiberglass pipes. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2023, no. 2 (84), pp. 7–13. (in Russian)

Об авторах:

**БУТОВКА Алексей Николаевич**

первый заместитель генерального директора  
Всесоюзный научно-исследовательский институт  
по строительству, эксплуатации трубопроводов  
и объектов ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая  
компания  
125319, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный  
округ Аэропорт, 4-я улица 8 Марта, 3  
E-mail: butovka@vniist.ru

**BUTOVKA Alexey N.**

First Deputy General Director  
All-Union Research Institute for Construction, Operation  
of Pipelines and Fuel & Energy Complex Facilities –  
Engineering Oil & Gas Company  
125319, Russia, Moscow, ext. ter. Airport municipal  
district, 4th street 8 March, 3, building 1  
E-mail: butovka@vniist.ru

**КРЕТОВ Дмитрий Александрович**

кандидат технических наук, директор центра  
технологии и нормативного обеспечения строительства  
Всесоюзный научно-исследовательский институт  
по строительству, эксплуатации трубопроводов  
и объектов ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая  
компания  
125319, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный  
округ Аэропорт, 4-я улица 8 Марта, 3  
E-mail: d.kretov@vniist.ru

**KRETOV Dmitry A.I.**

PhD of Engineering Science, Director of the Center for  
Technology and Regulatory Support of Construction  
All-Union Research Institute for Construction, Operation  
of Pipelines and Fuel & Energy Complex Facilities –  
Engineering Oil & Gas Company  
125319, Russia, Moscow, ext. ter. Airport municipal  
district, 4th street 8 March, 3, building 1  
E-mail: d.kretov@vniist.ru

**МОРОЗОВА Софья Святославовна**

директор испытательного центра  
Всесоюзный научно-исследовательский институт  
по строительству, эксплуатации трубопроводов  
и объектов ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая  
компания  
125319, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный  
округ Аэропорт, 4-я улица 8 Марта, 3  
E-mail: morozova@vniist.ru

**MOROZOVA Sofya S.**

Director of the Testing Center  
All-Union Research Institute for Construction, Operation  
of Pipelines and Fuel & Energy Complex Facilities –  
Engineering Oil & Gas Company  
125319, Russia, Moscow, ext. ter. Airport municipal  
district, 4th street 8 March, 3, building 1  
E-mail: morozova@vniist.ru

Для цитирования: *Бутовка А.Н., Кретов Д.А., Морозова С.С. Применение стеклопластиковых труб в системах водоотведения: свойства материала и обзор нормативных требований // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 58–68. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.09.*

For citation: Butovka A.N., Kretov D.A., Morozova S.S. Application of glass plastic pipes in drainage systems: material properties and review of regulatory requirements. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 58–68. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.09.