

А. А. Отставнов, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник ГУП «НИИ Мосстрой»,
почетный строитель Москвы

В. А. Харьков, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Прогресс»,
лауреат премии Правительства Российской Федерации

О СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ РЕАКТОПЛАСТОВ, АРМИРОВАННЫХ СТЕКЛОВОЛОКНОМ

29 ноября 2011 года введен в действие ГОСТ Р 54560–2011 [1], в котором стандартизируются трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном, для подземных сетей водоснабжения и водоотведения. Реактопласты, как трубные материалы, существенно отличаются от термопластов, также являющихся трубными материалами. Реактопласты – это материалы, которые при нагревании легко переходят в вязкотекучее состояние, а при продолжительном нагревании – в твердое нерастворимое состояние, после чего не могут больше размягчаться и перерабатываться. Термопласты способны размягчаться при нагревании и затвердевать при охлаждении, что позволяет выпускать из них трубные изделия с использованием термомеханической обработки, например: нагревать их концы и затем формовать на них раструбы, посредством которых в дальнейшем можно выполнять соединения с уплотнением резиновыми кольцами либо с склеиванием. Однако обоим полимерам, находящимся под действием растягивающих напряжений, свойственно со временем изменять свои прочностные свойства в сторону понижения. На основании опытных данных и использования температурно-временной суперпозиции нормируются (ГОСТ 52134–2003 [2]) прочностные параметры трубных изделий из термопластов на весьма продолжительное время (до 50 лет и более). Это позволяет создавать достаточно надежные и эффективные

трубопроводы из термопластов (ПЭ, НПВХ, ПП и др.) на любой требуемый расчетный срок эксплуатации трубопроводов (и водоснабжения, и водоотведения), что подтверждается практикой. К сожалению, того же нельзя сказать о трубопроводах из реактопластов, армированных стекловолокном (ТРАСВ), ведь в ГОСТ Р 54560–2011 такое нормирование отсутствует. Что же предлагает этот ГОСТ?

В ГОСТ Р 54560–2011 стандартизируются номинальные (внутренние) диаметры труб из реактопластов, армированные стекловолокном (табл. 1).

В ГОСТ Р 54560–2011 стандартизируются свойства (табл. 2) материалов (на основе ненасыщенных полиэфирных и винилэфирных смол), из которых следует изготавливать трубы с кольцевыми жесткостями $SN = 1250, 2500, 5000$ и 10000 Па как напорные (на допустимые рабочие давления $PN = 0,6; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5$ и $3,2$ МПа), так и безнапорные (на допустимые рабочие давления $PN = 0,1–0,4$ МПа).

Нельзя согласиться с тем, что трубные изделия из реактопластов, армированные стекловолокном, рассчитанные на PN от $0,1$ до $0,4$ МПа, считаются в стандарте безнапорными. Ведь безнапорность, так же как и напорность, определяется режимами работы трубопроводов: при самотечном режиме трубопровод безнапорный, при напорном режиме трубопровод напорный. Для напорных трубопроводов выбираются трубы,

Таблица 1

Основные размеры ТРАСВ (выборка из ГОСТ Р 54560–2011)

Номинальный диаметр DN , мм	Наружный диаметр D_n , мм		
	ном.	пред. откл. (-)	пред. откл. (+)
300	310	1,0	+1
350	361	1,2	+1
400	412	1,4	+1
450	463	1,6	+1
500	514	1,8	+1
600	616	2,0	+1
700	718	2,2	+1
800	820	2,4	+1
900	924	2,6	+1
1000	1026	2,6	+1
1200	1229	2,6	+2
1400	1434	2,8	+2
1600	1638	2,8	+2
1800	1842	3,0	+2
2000	2046	3,0	+2
2200	2250	3,2	+2
2400	2453	3,4	+2
2600	2658	3,6	+2
2800	2861	3,8	+2
3000	3066	4,0	+2

Таблица 2

Свойства материала трубных изделий из реактопластов, армированных стекловолокном (выборка из ГОСТ Р 54560–2011)

Показатель	Значение
Показатель твердости поверхностей, ед. Баркола	> 35
Предел прочности при растяжении, МПа: окружной осевой	150–440 55–85
Модуль упругости при растяжении, МПа: окружной осевой	10 000–29 000 3800–5500
Модуль упругости при изгибе, МПа: окружной осевой	3800–5500* **
* В оригинале стандарта приведенные цифры не могут соответствовать фактическим значениям: они должны быть отнесены к осевому модулю упругости при изгибе, а вместо них следует указать 10 000–29 000 МПа. ** Важный показатель (значение) отсутствует при укладке труб на опоры.	

соответствующие рабочему давлению в нем: это может быть 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 МПа, а не только 0,6; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5 и 3,2 МПа, как указано в стандарте для напорных труб. Для безнапорных (самотечных) трубопроводов выбираются трубы, которые затем в составе водоотводящего трубопровода испытываются на давление 4,0 м вод. ст. (0,04 МПа).

В ГОСТ Р 54560–2011 стандартизируется метод непрерывной намотки, посредством которого должны производиться трубы из реактопластов, армированных стекловолокном. Стандарт не распространяется на используемые как в нашей стране, так и в мире трубы и фасонные соединительные части (в оригинале фитинги), изготавливаемые методами непрерывной

намотки с углами намотки стекловолоконных нитей и лент менее 90°, периодической намотки, центробежного формования [3].

В ГОСТ Р 54560–2011 стандартизируются муфты для соединения трубных изделий между собой, муфты должны изготавливаться из муфтовых труб, предварительно произведенных методом непрерывной намотки с последующими обработкой торцов и фрезерованием внутренних канавок под центральный упор и/или только кольцевые уплотнители с размерами, зависящими от номинальных параметров DN и PN .

Внутренний диаметр муфт должен быть таким, чтобы посредством уплотнительных колец и центральных упоров из этиленпропиленового каучука (EPDM) с известными свойствами можно было бы соединять трубы между собой и с фасонными соединительными частями (в ГОСТе – фитингами) производительно и водонепроницаемо на весь срок эксплуатации трубопроводов из ТРАСВ (не менее 50 лет).

В ГОСТ Р 54560–2011 стандартизируются фитинги: отводы, тройники, переходы, фланцевые узлы (в ГОСТе – фланцы, фланцевые патрубки), которые следует делать из сегментных отрезков предварительно изготовленных труб методом ручного формования с использованием ламинирования (попеременного нанесения слоев полиэфирных смол и армирующих наполнителей). Тройники делают из отрезков предварительно изготовленных труб с использованием ламинирования или методами намотки. Отводы производят из трубных сегментов или путем намотки на оправку соответствующей конфигурации. Переходы изготавливают из отрезков труб разного диаметра, стыкуемых так, что образуется конусная часть, с использованием ламинирования. Фланцевые узлы производят из отрезков труб путем ручного формования на трубной части фланца присоединительных элементов фланца (фланцевого или упорного буртика) и последующего ламинирования.

Большинство геометрических параметров трубных изделий из реактопластов, армированных стекловолокном, должны указывать их производители с соблюдением установленных ГОСТом диаметров номинальных и обточенных концов, показателей рабочих давлений, кольцевых жесткостей и др. Известно, что работоспособность трубных конструкций из стеклопластиков при известном напряженно-деформированном состоянии (НДС) и заданной надежности определяется на основе деформационных и прочностных свойств конкретного материала, зависящего от времени [4]. К сожалению,

в ГОСТ Р 54560–2011 деформационные показатели для реактопластов, армированных стекловолокном, в отличие от прочностных (см. табл. 2), не стандартизованы так, как это сделано для термопластов (относительное удлинение при растяжении).

В ГОСТ Р 54560–2011 стандартизованы виды дефектов, при наличии которых следует либо отбраковывать, либо ремонтировать трубные изделия (табл. 3). Там же для трубных изделий с дефектами стандартизован способ их ремонта – ламинирование.

В ГОСТ Р 54560–2011, к сожалению, не стандартизованы расчетные формулы, которые следует использовать для определения толщин стенок труб из реактопластов, армированных стекловолокном, для устройства линейных участков трубопроводов и изготовления фасонных соединительных частей, отвечающих стандартизованным в ГОСТе значениям PN и SN , как это сделано, например, в ГОСТ Р 52134–2003 для трубных изделий из термопластов. Известно, что для этого могут быть использованы формулы английского математика Барлоу, венгерского ученого Надаи либо котельная формула. В них значения толщин стенок определяются с учетом размеров труб и прочности материала, из которого они изготовлены, так, чтобы они смогли выдержать расчетные внутренние давления:

- формула Барлоу:

$$t = 0,5 PD/\sigma; \quad (1)$$

- формула Надаи:

$$t = 0,5 [PD (1 + 0,5P) / \sigma] / \sigma; \quad (2)$$

- котельная формула:

$$t = 0,5Pd/\sigma; \quad (3)$$

где P – расчетное внутреннее давление;
 D, d – максимальные значения наружного и внутреннего диаметров трубы;
 σ – прочность материала трубы.

Во всех формулах требуется учитывать прочность материала трубы.

В ГОСТ Р 54560–2011 не стандартизованы значения долговременной прочности, которые следует использовать при расчетах, как это сделано там же для трубных изделий из термопластов. В стандарте приводятся (см. табл. 2) пределы значений осевой и окружной прочностей, которые следует соблюдать при конструировании конкретных труб из реактопластов, армированных стекловолокном. Известно, что реактопласты, так же как и термопласты, с течением времени утрачивают первоначальные показатели прочности. Поэтому важно знать, каким показателям прочности реактопластов, армированных стекловолокном, соответствуют

Таблица 3

Возможные виды дефектов ТРАСВ (выборка из ГОСТ Р 54560–2011)

Наименование	Описание	Критерии выбора	Действия
Скол	Небольшой кусок, отколотый от края или с поверхности, без видимых пор, расслоений и стекловолокон	Максимальный размер скола – 3,0 мм	До 3,0 мм – ремонт, более 3,0 мм – отбраковка
Трещина	Разделение материала, видимое с двух противоположных сторон, распространяющееся по всей толщине стенки	Трещина любой длины	Отбраковка
Расслоение по торцу	Разделение слоев материала на торцах трубы или муфты	Максимальный размер – 3,0 мм	До 3,0 мм – ремонт, более 3,0 мм – отбраковка
Поверхностная трещина	Трещина (разделение материала) на наружной или внутренней поверхности изделия	Максимальная длина – 3,0 мм	На наружной поверхности до 3,0 мм – ремонт, более 3,0 мм – отбраковка; на внутренней поверхности – отбраковка
Волосяные трещины	Тонкие трещины на/под наружной поверхностью изделия	Максимальная длина трещин – 13,0 мм	До 13,0 мм – ремонт, более 13,0 мм – отбраковка
Внутреннее расслоение	Разделение слоев материала внутри стенки изделия	Дефект любого размера	Отбраковка
Непропитанный связующим участок поверхности	Область наружного слоя, на которой армирующее стекловолокно не было пропитано смолой	Максимальный размер области любой формы – 10 мм	До 10 мм – ремонт, более 10 мм – отбраковка
Постороннее включение	Частицы постороннего вещества, видимые во внутреннем или наружном слоях или на торцах труб и муфт	Максимальный размер в любом измерении – 0,8 мм	На наружной поверхности и на торцах до 0,8 мм – ремонт, на внутренней поверхности – отбраковка
Разлом	Разрыв поверхности в наружном слое без проникновения в структурный слой	Максимальная длина – 20 мм	До 20 мм – ремонт, более 10 мм – отбраковка
Воздушный пузырь	Включения воздуха внутри слоя и между слоями армирования обычно сферической формы	Максимальный диаметр – 1,5 мм	Ремонт только в поверхностном слое, в остальных случаях – отбраковка
Вздутие	Вспучивание наружной поверхности обычно округлой формы с определяемыми границами	Максимальный диаметр – 6,0 мм; максимальная высота – 3,0 мм, без видимых структурных нарушений	Принятие
Перегрев	Разложение связующего в виде изменения цвета, искажения формы или разрушения поверхности	Нарушение структуры любых размеров	Отбраковка
«Рыбий глаз»	Небольшой сферический участок на наружной поверхности, не сплавившийся полностью с окружающим материалом	Максимальный диаметр – 10 мм	До 10 мм – ремонт, более 10 мм – отбраковка
Бугристость	Хаотически и/или регулярно расположенные бугристости на наружной поверхности изделия	Максимальный размер – 14 мм, высота – до 3 мм	Принятие
Бугорки	Небольшое острое или коническое возвышение на поверхности слоистого пластика	Максимальный диаметр – 3,0 мм, высота – до 2,0 мм	До 3,0 мм – ремонт, более 3,0 мм – отбраковка
Углубление	Небольшое кратерообразное углубление на наружной поверхности изделия, максимальный размер которого примерно равен глубине	Максимальный диаметр – 0,4 мм; глубина – менее 1 % толщины стенки	До 0,4 мм – ремонт, более 0,4 мм – отбраковка
Складки	Дефект, имеющий вид волны на наружной поверхности, сформировавшейся в армирующем материале без видимых нарушений в структуре материала	Максимальная длина не ограничивается; высота волны – не более 5 мм, или не более 10 % толщины стенки	Принятие
Царапины	Неглубокие отметины, канавка, борозда или канал, появившиеся в результате неправильного обращения или хранения	Максимальная длина – 25,0 мм; максимальная глубина – 0,1 мм	Ремонт; за пределами ограничений – отбраковка
Недостаток связующего (смолы)	В структуре стенки состояние недостаточного заполнения материала смолой*	Любого размера и формы	Отбраковка

* Может быть выявлено либо по отсутствию поверхностной пленки на некоторых участках, либо по более светлым участкам материала, пропускающим сквозь поверхностный слой.

упомянутые пределы прочности, приведенные в стандарте, скорее всего, кратковременным σ_k . Этого явно недостаточно для того, чтобы выбирать трубы из реактопластов, армированных

стекловолокном, с толщинами стенок, которые соответствуют стандартным значениям PN и SN , но приняты с использованием кратковременной прочности для устройства реальных

водопроводов и трубопроводов водоотведения. Для того чтобы при устройстве конкретных напорных трубопроводов, например работающих при внутреннем давлении 10 бар и расположенных в грунте на глубине 2,5 м, быть уверенным в том, что они будут эксплуатироваться надежно весь рекомендуемый срок (для водопроводов – 50 лет), необходимы трубы из реактопластов, армированных стекловолокном, толщины стенок которых определены с учетом долговременных прочностей σ_d . Таким образом, нужно дополнить стандарт с учетом вышеизложенных соображений.

Аналогичное предложение будет справедливым и относительно значений модулей упругости (окружных, осевых и к тому же долговременных) реактопластов, армированных стекловолокном, из которых изготовлены трубы. Эти показатели будут использоваться при определении кольцевой SN и цилиндрической ($SN/(1 - \nu^2)$) жесткостей для назначения оптимальных факторов земляных работ при укладке труб в грунте и максимально допустимых пролетов между креплениями при их расположении на опорах.

В ГОСТ Р 54560–2011 не стандартизован подход, согласно которому следует принимать прочности σ , а также модули упругости E реактопластов, армированных стекловолокном, если из них изготовлены трубы разных диаметров ($DN \neq \text{const}$) с разными толщинами $t \neq \text{const}$ (при $PN = \text{const}$ и $SN = \text{const}$ либо $SN \neq \text{const}$), одинаковыми или различными. Возникает вполне закономерный вопрос: можно ли использовать одни и те же значения σ для определения толщин стенок трубных изделий всего диапазона диаметров (от 300 до 3000 мм) для какого-либо одного внутреннего давления, а также E для определения расчетных значений кольцевых (цилиндрических) жесткостей труб всего диапазона диаметров? Применительно к экспериментальному определению кольцевых жесткостей труб вопрос формулируется таким образом: следует ли определять значения SN на каждом диаметре труб (во всем их диапазоне 20 позиций от 300 до 3000 мм, см. табл. 1) или будет достаточно испытывать образцы труб одного диаметра? И еще вопрос: какой именно из диаметров должен быть? С этой особенностью можно связать следующее требование: каждый производитель трубных изделий из реактопластов, армированных стекловолокном, должен иметь свой собственный норматив, например стандарт организации (СТО), корреспондирующий с ГОСТом. При этом видится, что в СТО

конкретного производителя труб из каких-то реактопластов, армированных каким-то стекловолокном, должны присутствовать разделы, относящиеся ко всем этапам их жизненного цикла (производство трубных изделий – проектирование подземных водопроводов (канализации) – монтаж трубопроводов водоснабжения (водоотведения) – эксплуатация водопроводных (водоотводящих) сетей – ремонт трубопроводов – утилизация трубных изделий).

В заключение следует отметить, что, как показало рассмотрение стандартизованных трубных изделий из реактопластов, армированных стекловолокном, для их внедрения в практику требуется срочная корректировка ГОСТ Р 54560–2011, чтобы приступить к разработке общегосударственного норматива по проектированию и монтажу из них подземных трубопроводов водоснабжения и канализации. При этом следует предварительно установить, насколько применимы для стандартизованных в ГОСТ Р 54560–2011 трубных изделий своды правил, которые были разработаны еще в начале 2000-х годов ГУП «НИИМосстрой» совместно с другими организациями и которые дали возможность устраивать подземные водопроводы [5] и трубопроводы канализации [6] из стеклопластиковых труб. Особенности указанных документов в свете ГОСТ Р 54560–2011 предполагается рассмотреть в следующих публикациях.

Литература

1. ГОСТ Р 54560–2011. Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Технические условия.
2. ГОСТ Р 52134–2003. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.
3. Производство стеклопластиковых труб HOBAS CC-GRP. URL: newchemistry.ru/printletter.php?nid=5480.
4. Обухов А. С. Проектирование химического оборудования из стеклопластиков и пластмасс. М.: Машиностроение, 1995.
5. СП 40–104–2001. Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб / А. В. Сладков, А. А. Отставнов, Б. П. Муленков и др.
6. СП 40–105–2001. Проектирование и монтаж подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб / А. В. Сладков, А. А. Отставнов, Б. П. Муленков и др.

Сергей Васильевич Яковлев (1914–2005) 100-летие со дня рождения

Сергей Васильевич Яковлев – академик Российской академии наук, Российской академии архитектуры и строительных наук, Жилищно-коммунальной академии РФ, Академии проблем водохозяйственных наук, почетный академик Российской инженерной академии РФ, почетный доктор Краковского политехнического института, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии, премии Советов Министров СССР, премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, почетный профессор Московского государственного строительного университета.

С. В. Яковлев родился 14 марта 1914 г. в Санкт-Петербурге. Он прошел большой трудовой путь: чертежник-картограф в Главном геолого-геодезическом управлении, техник во Всесоюзном тресте строительно-технологических изысканий, инженер и старший инженер Гипроавиапрома, инспектор Главного управления строительных вузов Минвуза СССР, старший преподаватель, доцент, декан факультета, заведующий кафедрой канализации, заместитель директора по вечернему отделению, проректор по вечернему и заочному обучению, проректор по научной работе Московского института инженеров городского строительства Мосгорисполкома (МИИГСМ) – ныне Московский государственный строительный университет (МГСУ).

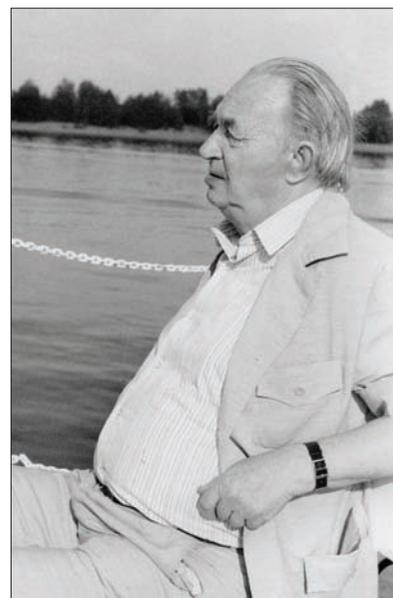
За период своей деятельности в МИСИ (МГСУ) С. В. Яковлев внес существенный вклад в организацию, становление и развитие факультета «Водоснабжение и канализация», в разработку учебных планов, программ, учебно-методического обеспечения.

Сергей Васильевич создал направление по интенсификации методов очистки бытовых и производственных сточных вод и разработке высокопроизводительных конструкций сооружений биологической очистки.

По результатам его научных исследований было опубликовано более 320 работ. Он автор ряда монографий и учебников для вузов.

В 1969 г. Сергей Васильевич перешел на работу в НИИ ВОДГЕО.

В память о большом ученом и педагоге ежегодно проводится научно-техническая конференция «Яковлевские чтения», в которой принимают участие ведущие специалисты отрасли.



Книги АВОК – загрузи и читай!

Теперь наши книги можно купить и в электронном виде

- заходите на сайт www.abokbook.ru
- ищите значок pdf 
- загружайте на свои компьютеры, планшеты, телефоны

Преимущества электронного формата:

- быстрое получение
- дружелюбный интерфейс
- удобный поиск
- возможность печати

www.abokbook.ru

Системные требования – любое цифровое устройство с установленной программой AdobeReader.



Реклама