



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТРУБ ИЗОПРОФЛЕКС

Александр Шмелев, Мирон Горилловский

В последние годы полимерные технологии все увереннее проникают в современную теплоэнергетику. Еще каких-то 10–15 лет назад мы удивлялись применению полимеров во внутридомовых системах ГВС и отопления и с недоверием относились к трубам из сшитого полиэтилена (PEX), включая металлопластик. Однако со временем применение труб известных европейских производителей и их правильная, в соответствии с техническими требованиями производителей, эксплуатация на внутридомовых сетях показали высокую жизнеспособность и экономическую целесообразность данных технологий.

А за последние 6–8 лет и на внешних сетях российских городов стали уверенно применяться гибкие полимерные теплоизолированные трубы. Но если для применения на внутридомовых сетях отопления было возможно просто копировать западные технические решения, то в случае внешних тепловых распределительных сетей ситуация оказалась намного сложнее и интереснее. В специализированной литературе не раз обсуждался вопрос о невозможности прямого копирования западных полимерных технологий для широкого применения на тепловых сетях постсоветского пространства (см., например, [1]). Кратко напомним, что трубы из сшитого полиэтилена (а только о трубах PEX можно

серьезно говорить в случае массового применения на внешних тепловых распределительных сетях [2]) применяются в Европе на небольших внутриквартирных сетях с незначительными тепловыми нагрузками (как правило, до 6 бар, до 70°C и до 110–125 мм по диаметру). Для тепловых же сетей больших и средних российских городов нужны трубопроводные системы больших диаметров и к тому же рассчитанные на большие температуры и давления [3]. Поняли это со временем и ведущие западные компании – производители гибких теплоизолированных труб, переориентировавшись на российский рынок коттеджного строительства и тепловых сетей поселков и небольших городов.

В последние годы еще, правда, случаются рецидивы позиционирования недобросовестными дилерами толстостенных PEX труб известных западных производителей как труб для тепловых сетей со значительными тепловыми нагрузками, вопреки рекомендациям самих производителей. Однако подобных случаев встречается все меньше, в основном благодаря выросшей за последние годы «полимерной грамотности» технических служб теплосетевых компаний.

Технические же решения по развитию полимерных технологий для российских тепловых сетей нашим производителям пришлось искать самостоятельно.

Рис. 1. Конструкция армированных труб



Как показал опыт компании «Группа ПОЛИМЕР-ТЕПЛО», основой решения большинства технических вопросов по созданию гибких полимерных теплоизолированных труб для тепловых сетей больших российских городов стало применение технологии армирования [4]. Конструкция гибких армированных труб ИЗОПРОФЛЕКС® неоднократно описывалась как в специализированной литературе, так и на страницах нашего журнала.

С начала выпуска первых армированных труб в 2004 г. проложено уже более 3000 км труб повышенной надежности ИЗОПРОФЛЕКС®-А. По анализу исключительно низкой аварийности на данных трубах писались много [5]. Но последняя суровая зима преподнесла разработчикам данной системы приятный сюр-

приз – на трубах ИЗОПРОФЛЕКС®-А последнего поколения по вине производителя произошла всего одна авария. Причина – недостаточная степень сшивки внутреннего слоя РЕХ (в настоящее время установлена система on-line контроля, полностью исключающая повторение подобной ситуации в будущем).

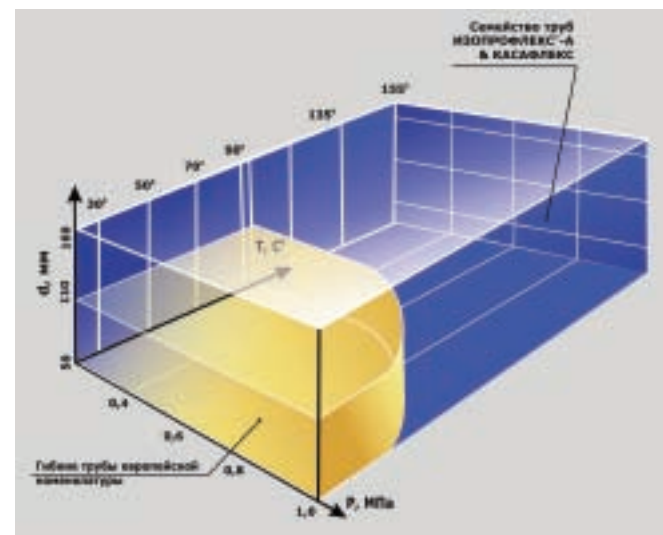
Более того, в одной региональной теплосети был выявлен случай ошибочной установки трубы ИЗОПРОФЛЕКС®-А, рассчитанной на рабочую температуру 95°C, в зависимую схему системы отопления с температурой 110–115°C. Труба деформировалась, но выстояла почти неделю!

По сравнению с трубами ИЗОПРОФЛЕКС®-А, аварийность на гибких теплоизолированных трубах КАСАФЛЕКС с напорными трубами из спирально-

Рис. 2. Труба КАСАФЛЕКС



Рис. 3. Области применения труб, выпускаемых ведущими европейскими производителями, и труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС® и КАСАФЛЕКС



гофрированной нержавеющей стали оказалось несколько выше, однако осталась на уровне 2–3 аварий на 1000 км сетей в год. Данное значение аварийности лежит в пределах европейских норм и практически полностью обусловлено либо неправильным монтажом фитингов (несоосность трубы и фитинга), либо ошибками проектирования (отсутствие неподвижной опоры под запорной арматурой в месте сочленения с трубами КАСАФЛЕКС).

Следует отметить, что в целом семейство труб ИЗОПРОФЛЕКС® и КАСАФЛЕКС почти полностью покрывает потребность теплосетевых компаний в трубах для внутриквартальных тепловых сетей (рис. 3). Для 100% удовлетворения потребности не хватает только труб с условными диаметрами 150–200 мм на рабочие температуры до 155°C.

Что же касается экономической эффективности применения семейства гибких теплоизолированных труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А и КАСАФЛЕКС, то она оказывается разной для разных видов труб семейства. Если по трубам ИЗОПРОФЛЕКС®-А у теплосетевых компаний вопросов уже не возникает – трубы в земле оказываются значительно дешевле, чем металлические в ППУ изоляции, то для труб КАСАФЛЕКС инициальные затраты иногда оказываются выше. По причине высоких и крайне нестабильных европейских цен на требуемый сортмент нержавеющей стали трубы КАСАФЛЕКС становятся существенно дороже труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А.

Относительно высокая себестоимость труб КАСАФЛЕКС, а также невозможность изготовления труб КАСАФЛЕКС больших диаметров в гибком исполнении побудили специалистов Группы ПОЛИМЕРТЕПЛО и сотрудников НТЦ «Пластик» к поиску полимерных вариантов высокотемпературных труб. Частично об этом направлении развития семейства гибких теплоизолированных труб ИЗОПРОФЛЕКС® уже писалось на страницах нашего журнала [5]. Последние результаты совместной работы ученых НТЦ «Пластик» и наших коллег из американских и европейских компаний – ведущих мировых производителей специальных полимерных высокотемпературных материалов – позволили сформулировать принципиально новый подход к развитию всего направления полимерных армированных высокотемпературных труб.

Подобный высокотехнологичный проект не может быть реализован в рамках одного, даже очень высокопрофессионального коллектива. В данном случае следует говорить о проведении целой программы исследований, лежащих на стыке трех различных направлений:

- научно-исследовательского, включающего в себя разработку новых марок высокотемпературных полимеров;
- инженерно-технологического, отвечающего за разработку оптимальной конструкции многослойной армированной системы и технологию ее производства;
- внедренческого, позволяющего правильно поставить задачу и провести полный комплекс дол-

говременных испытаний на реальных тепловых сетях с реальными тепловыми нагрузками.

Отдельно хотелось бы остановиться на третьем, внедренческом направлении данного проекта. Не часто в создании высокотехнологичной системы, предназначенной для широкого внедрения на предприятиях теплоэнергетики, принимает участие потребитель, пусть даже самый крупный. Однако в данном случае, учитывая абсолютно нетрадиционный подход к самой постановке задачи, а также большую ответственность за все принимаемые технические решения, с самого начала к работе над проектом были привлечены ведущие технические специалисты Московской объединенной энергетической компании (МОЭК) – стратегического партнера Группы ПОЛИМЕРТЕПЛО.

Прежде чем углубиться в особенности конструкций тех или иных полимерных армированных систем, попробуем разобраться в температурных режимах, которые применяются на тепловых распределительных сетях России и стран СНГ. Данный вопрос не является определяющим при использовании металлических труб – ограничения в этом случае возникают только по системе теплоизоляции (для пенополиуретана – 135°C). В случае же использования полимерных труб в тепловых сетях температурные режимы начинают играть принципиальную роль. В этой связи хочется еще раз отметить, что инженерные и эксплуатирующие службы теплосетевых компаний, в которых активно применяются полимерные армированные трубы, стали это хорошо понимать, и общение с ними на тему применения полимерных систем становится все более конструктивным.

В таблице 1 сведены температурные режимы теплоносителя, установленные для теплосетей крупных российских городов (для примера взяты тепловые сети Москвы, Санкт-Петербурга и Омска).

Таблица 1. Температурные графики, установленные для тепловых сетей российских городов

Температурный режим температура прямой и обратной труб	Назначение
95°C/70°C	Сети ГВС Сети отопления (вторичный контур)
105°C/70°C	Сети отопления (вторичный контур)
110°C/70°C	Срезка температурного графика сети отопления (первичный контур)
115°C/70°C	Сети отопления (вторичный контур)
120°C/70°C	Сети отопления (вторичный контур)
125°C/70°C	Сети отопления (вторичный контур)
130°C/70°C	Срезка температурного графика сети отопления (первичный контур)
135°C/70°C	Температурный график сети отопления (первичный контур)
155°C/70°C	Температурный график сети отопления (первичный контур)

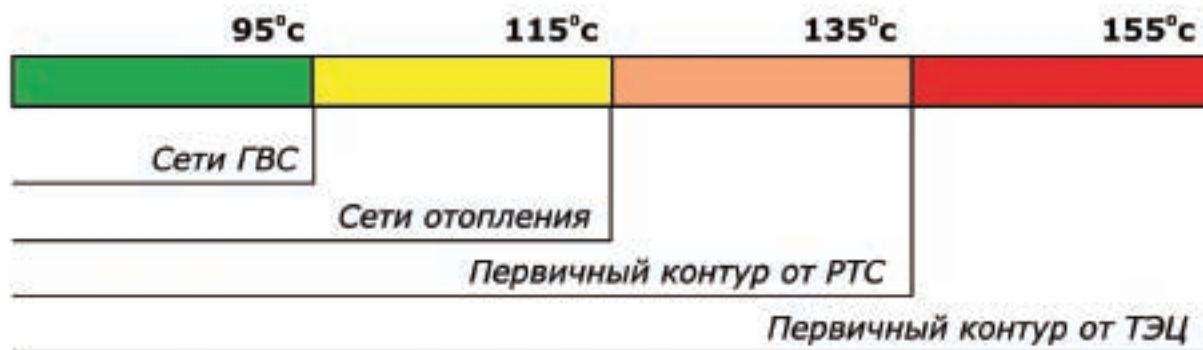


Рис. 4. Температурные диапазоны труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС®

Из таблицы видно, что разнообразие используемых в тепловых сетях температурных графиков довольно велико и что в диапазоне температур 95–135°C графики идут почти с одинаковым шагом в 5°C.

Приведенные графики являются довольно формальными и не отражают в полной степени ситуацию на теплосетях. В реальности тепловые нагрузки в сетях намного ниже и достигают своих максимальных значений в течение всего нескольких дней, да и то только в самые холодные зимы. Тем не менее, при создании полимерных труб ориентироваться надо именно на эти формальные температурные графики. Другое дело, что наличие надежных труб по разумной цене может само по себе способствовать изменению технической политики теплосетевой компании и привести, в конечном счете, к соответствующему снижению температуры теплоносителя, как это произошло в большинстве европейских стран.

На какие же температурные нагрузки следует ориентироваться разработчикам новых полимерных труб, учитывая такое разнообразие применяемых температурных графиков в тепловых сетях? До последнего времени в научном полимерном сообществе существовал устоявшийся стереотип, по которому задача состояла в том, чтобы найти материалы и конструкции труб, которые позволили бы обеспечить транспортировку теплоносителя с постоянной максимальной температурой. Другими словами, искали материалы и конструкции для универсальной полимерной трубы, которая полностью заменила бы металлические трубы в тепловых сетях.

С первого взгляда подобная задача казалась вполне выполнимой – существует же фторсодержащие полимеры, которые выдерживают рабочие температуры до 300°C. Однако, как показали дальнейшие исследования, ориентация на создание универсальной полимерной трубы оказалось в корне неверной.

Помимо чисто технологических проблем, здесь существуют и соображения экономической целесообразности. К примеру, себестоимость одного метра трубы диаметром 110 мм из фторопласта должна была быть на уровне 200 долларов США. Видимо, и такие трубы имеют право на существование, но только для очень специальных применений.

Гораздо более продуктивным оказался подход, предполагающий создание *целой линейки многослойных армированных теплоизолированных труб, предназначенных для разных температурных диапазонов*. Другими словами, речь идет о значительном расширении номенклатуры труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А в сторону высоких температур. Понятно, что в линейке труб должны присутствовать трубы разной конструкции с использованием различных высокотемпературных материалов. В этом случае конструкция гибких многослойных полимерных теплоизолированных труб представляет уникальную возможность создания труб со специфическими свойствами в соответствии с конкретными техническими требованиями.

Понятно также, что и стоимость разных труб в предлагаемой новой линейке труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А должна быть различной, в зависимости от стоимости используемых материалов и от сложности производственного процесса. Очевидно, что трубы, рассчитанные на более высокие температуры, должны стоить дороже по причине использования более дорогих полимерных материалов.

Предлагаемый подход с технической и экономической точек зрения позволяет очень гибко подойти к решению задач по перевооружению парка тепловых сетей каждой конкретной теплосетевой компании. В конечном счете, речь идет об оптимальном расходовании средств, выделяемых на ремонт или реконструкцию тепловых сетей.

Упрощенно предлагаемый подход можно сформулировать как тезис: **каждому тепловому режиму – своя труба**. Однако сколько труб в расширенном семействе ИЗОПРОФЛЕКС® А должно быть и на какие температурные диапазоны должна быть рассчитана каждая труба – на эти вопросы еще предстояло ответить.

После тщательного анализа всех применяемых в сетях отопления в России и странах СНГ температурных графиков было принято решение о разбиении всего используемого температурного диапазона на четыре градации – до 95°C, 95–115°C, 115–135°C и 135–155°C (рис. 4).

Данные граничные значения температуры были выбраны по следующим причинам:

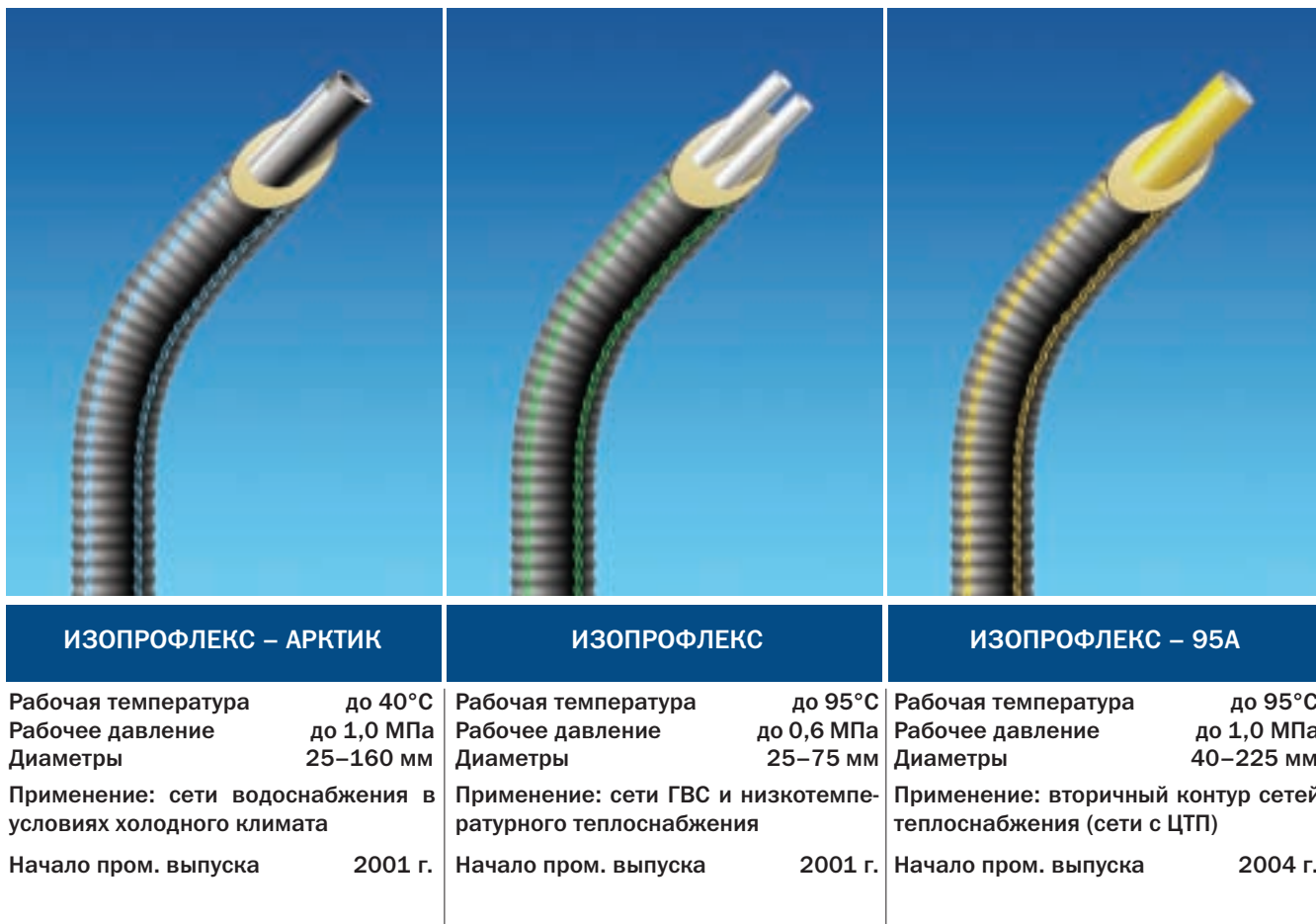


Рис. 5. Семейство гибких полимерных труб ИЗОПРОФЛЕКС® и КАСАФЛЕКС

- подобная разбивка температурных графиков логично разделяет тепловые сети по назначению;
- все пограничные значения температуры имеют определенный физический смысл и прописаны в том или ином нормативном документе:
 - 95°C – предельная температура сетей ГВС;
 - 115°C – предельная температура теплосетей, неподнадзорных Ростехнадзору;
 - 135°C – часто встречающаяся максимальная температура первичного контура (в основном в сетях от РТС);
 - 155°C – часто встречающаяся максимальная температура первичного контура (в основном в сетях от ТЭЦ).
- все граничные температурные значения следуют строго через 20°C, что вносит определенную системность в разделение температурного диапазона.

Но главной причиной подобного способа разделения температурного диапазона явилась техническая возможность создания расширенного семейства гибких армированных труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А с подобным рядом по рабочим температурам теплоносителя. Фактически, для создания данной линейки труб была решена сложная многопараметрическая задача, где в качестве параметров выступали не только технические характеристики многослойной армированной системы, но и стоимостные показатели специально разрабатываемых марок высокотемпературных полимеров.

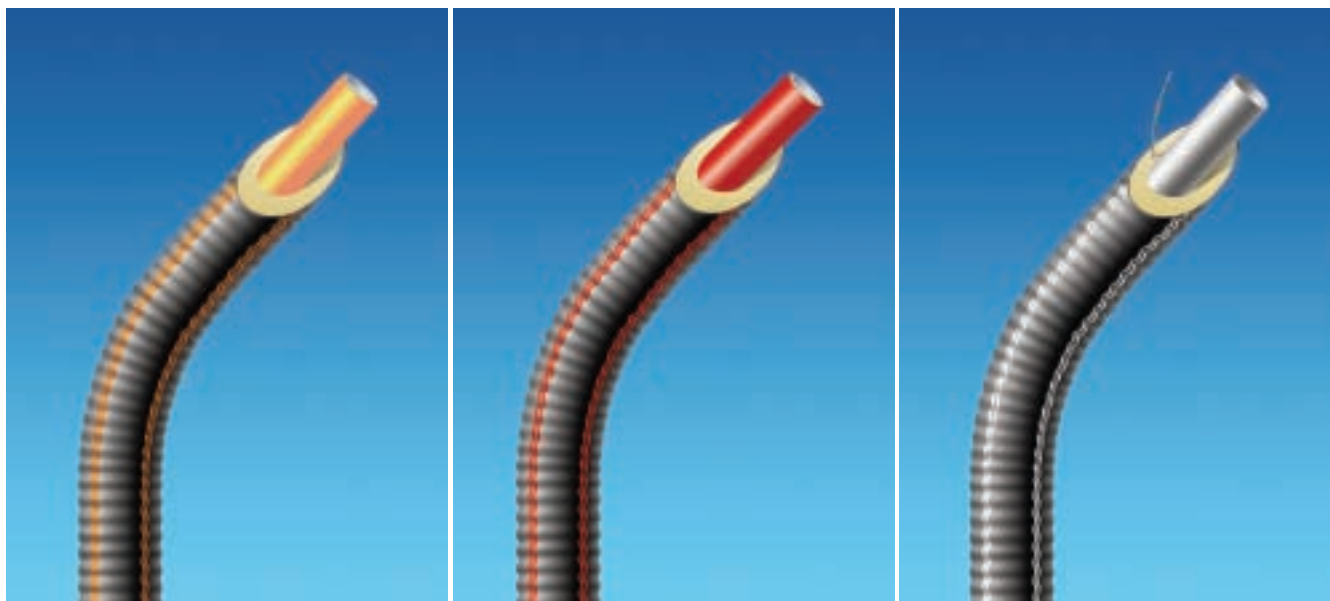
В результате многолетней работы (первые работы по проекту были начаты еще в 2005 г.) родилась линейка расширенного семейства армированных труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А, приведенная в таблице 2:

Таблица 2. Расширенное семейство труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А и КАСАФЛЕКС

Трубы	Максимальная рабочая температура
ИЗОПРОФЛЕКС®-95А	95°C
ИЗОПРОФЛЕКС®-115А	115°C
ИЗОПРОФЛЕКС®-135А	135°C
КАСАФЛЕКС-155	155°C

Как видно из таблицы, представленное семейство труб ИЗОПРОФЛЕКС®-А и КАСАФЛЕКС полностью перекрывает весь диапазон применяемых в тепловых сетях температурных графиков. Что касается труб КАСАФЛЕКС, то начиная с 2010 г. они выпускаются в высокотемпературном варианте на рабочие температуры до 155°C (кратковременно до 180°C) с теплоизоляцией на основе полиизоцианурата.

С введением новых позиций в номенклатуру выпускаемых гибких труб было решено в корне изменить как цветовую гамму напорных труб, так и внешних оболочек (чтобы легко отличать трубы с разными рабочими температурами). Наименование труб будет



ИЗОПРОФЛЕКС – 115А		ИЗОПРОФЛЕКС – 135А		КАСАФЛЕКС – 155	
Рабочая температура	до 115°C	Рабочая температура	до 135°C	Рабочая температура	до 155°C
Рабочее давление	до 1,0 МПа	Рабочее давление	до 1,0 МПа	Рабочее давление	до 1,0 МПа
Диаметры	40–225 мм	Диаметры	40–160 мм	Диаметры	55–143 мм
Применение: первичный и вторичный контуры сетей теплоснабжения (сети с ЦТП и ИТП)		Применение: сети теплоснабжения с ИТП, ввода на сетях с ЦТП		Применение: высокотемпературные сети теплоснабжения	
Начало пром. выпуска	2010 г. (в настоящее время – опытно-промышленное освоение)	Начало пром. выпуска	2011 г. (в настоящее время – заводские испытания)	Начало пром. выпуска	2004 г.

включать значение предельной температуры, на которую рассчитана данная труба.

В результате полное семейство гибких полимерных труб ИЗОПРОФЛЕКС® и КАСАФЛЕКС, выпускаемое заводами Группы ПОЛИМЕРТЕПЛО, в скором времени будет состоять из шести типов труб – одного для холодного водоснабжения и пяти для ГВС и отопления (рис. 5).

Что же представляет из себя конструкция двух новых труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС® – ИЗОПРОФЛЕКС®-115А и ИЗОПРОФЛЕКС®-135А? Об общем подходе к конструированию многослойных армированных полимерных труб, в том числе и на высокотемпературные применения, можно прочесть в упомянутых выше публикациях. Конкретные же детали конструкции труб – общее количество и последовательность слоев, их толщины, применяемые специальные высокотемпературные полимерные материалы основных и вспомогательных слоев, а также параметры армирования – представляют интерес для узкого круга специалистов – производителей полимерных труб. Кроме того, эти особенности конструкции являются предметом ноу-хау, проходящим в настоящее время процесс патентования и попадающим под несколько соглашений о конфиденциальности с компаниями – разработчиками специальных марок высокотемпературных полимерных материалов.

Для потребителей же, которыми в основном являются теплосетевые и теплоснабжающие компании, интерес должны представлять лишь технические

параметры труб и результаты полного комплекса лабораторных и полевых испытаний в соответствии с нормативными требованиями. У заказчика при этом должна быть полная уверенность в достоверности и корректности всех представленных данных. Гарантией же последних могут служить репутация разработчика и производителя, а также опыт безаварийной эксплуатации труб в тепловых сетях.

Аналогичная ситуация и с фитингами для новых труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС®, и с оборудованием для их монтажа. О некоторых особенностях процесса запрессовки фитингов можно прочесть в упоминавшейся статье [5]. Отметим только, что новые фитинги и запрессовочное оборудование сконструированы таким образом, что они подходят и для всех предыдущих труб семейства, а стоимость новых фитингов не превысит стоимости применяемых в настоящее время.

С появлением фитингов новой конструкции станет возможным переход на единые фитинги и единое запрессовочное оборудование для всех труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС, армированных и неармированных. Это совсем не означает, что подрядным организациям, много лет работавшим с трубами ИЗОПРОФЛЕКС® и имеющим у себя фитинги и оборудование предыдущего поколения, придется сразу переходить на новые технологии запрессовки. Переход можно будет сделать плавно по мере внедрения высокотемпературных труб ИЗОПРОФЛЕКС®-115А и ИЗОПРОФЛЕКС®-135А.

Рис. 6. Текущие поставки в МОЭК: а – по протяженности, б – по стоимости

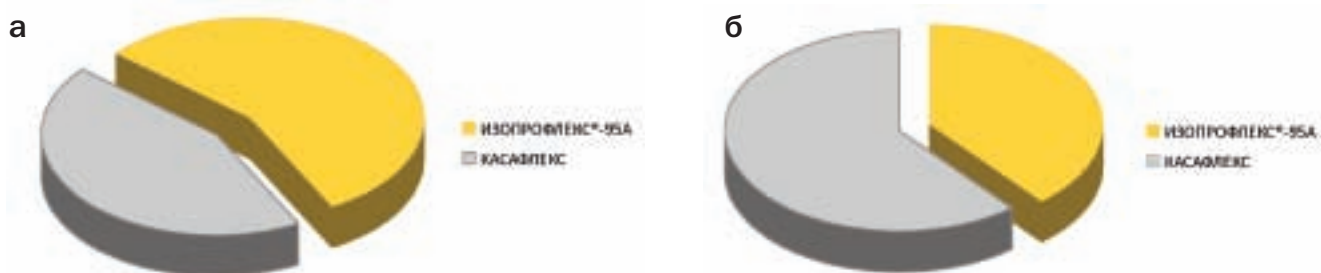
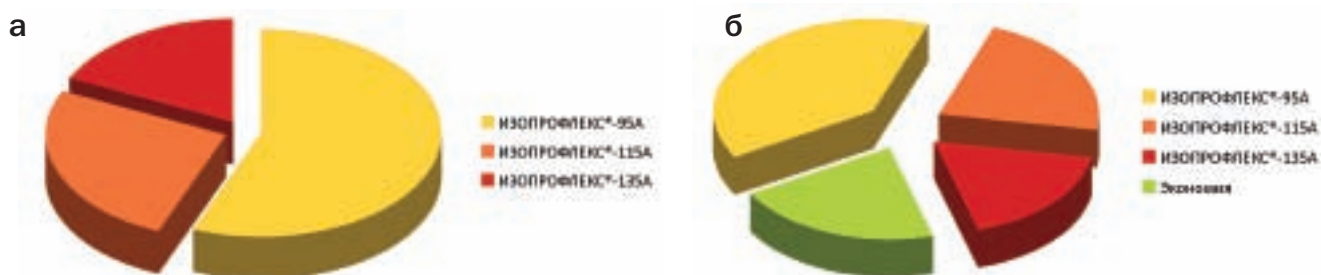


Рис. 7. Поставки в МОЭК с 2011 г.: а – по протяженности, б – по стоимости



В соответствии с планами Группы ПОЛИМЕРТЕПЛО, серийный выпуск труб ИЗОПРОФЛЕКС®-115А начнется в 4-ом квартале 2010 г., а труб ИЗОПРОФЛЕКС®-135А – в 2011 г.

Как уже было сказано, одной из основной целей данного проекта было создание экономически эффективных новых труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС®-А. Поставленная цель была достигнута, и в результате разработанные трубы ИЗОПРОФЛЕКС®-115А и ИЗОПРОФЛЕКС®-135А оказались по себестоимости существенно дешевле труб КАСАФЛЕКС: при снижении рабочей температуры (относительно труб КАСАФЛЕКС) на 20°C себестоимость трубы снижается примерно на 20%.

Открывая небольшой секрет, можно сказать, что сбылась давняя мечта творческого коллектива разработчиков – создать такие трубы на повышенные температуры, чтобы **увеличение рабочей температуры на 20°C не приводило к удорожанию трубы более, чем на 20%**.

Что же будет означать в реальности применение новых труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС®-А для конкретных теплосетевых компаний? Попробуем показать это на примере МОЭК, статистика поставок гибких теплоизолированных труб в которую хорошо известна (рис. 6–7).

Из рис. 6–7 видно, что применение новых труб семейства ИЗОПРОФЛЕКС®-А позволит в будущем экономить более 20% средств, выделяемых на ремонт тепловых сетей. На практике это может означать, что с учетом более дешевых монтажных работ на трубах ИЗОПРОФЛЕКС® по сравнению с трубами КАСАФЛЕКС и с учетом более дешевых фитингов теплосетевые компании смогут ремонтировать в строительный сезон на 15–20% тепловых сетей больше. Это очень значительная цифра.

В заключение хотелось бы отметить, что несмотря на то, что работы над проектом еще не полностью завершены и предстоят дальнейшие испытания труб ИЗОПРОФЛЕКС®-135А, коллектив разработчиков нового расширенного семейства труб уже сейчас уверен в правильности выбора концепции линейки тепловых труб с определенным шагом по температуре. Заканчивается значительный этап многолетней исследовательской работы, и можно с удовлетворением отметить, что инженерный подход в создании класса многослойных полимерных армированных систем для тепловых разводящих сетей, предложенный много лет назад коллективом И.В. Гвоздева и Группой ПОЛИМЕРТЕПЛО, оказался крайне продуктивным. И то обещание, которое в свое время дал Завод «АНД Газтрубпласт» Департаменту Топливо-энергетического хозяйства г. Москвы – вытеснить металл из разводящих тепловых сетей города – похоже, начинает выполняться.

Литература

1. ПОЛИМЕРТЕПЛО: системное решение для теплосетевых компаний. – Полимерные трубы, №4 (18), 2007.
2. К анализу производства и применения труб из сшитого полиэтилена. – Полимерные трубы, №3 (4), 2004.
3. Новый класс гибких многослойных теплоизолированных труб для внутриквартальных сетей ГВС и отопления. – Полимерные трубы, №4 (13), 2006.
4. Армированным трубам для городских сетей теплоснабжения нет альтернативы. – Полимерные трубы, №1 (19), 2008.
5. Трубы ИЗОПРОФЛЕКС® теперь для всего вторичного контура сетей отопления. – Полимерные трубы, № 4 (26), 2009.