

КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ ГЕРМАНИИ, КАК ВАЖНЕЙШЕЙ ЧАСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ, УДЕЛЯЕТСЯ БОЛЬШОЕ ВНИМАНИЕ, КАК СО СТОРОНЫ ГОСУДАРСТВА, ТАК И СО СТОРОНЫ ОБЩЕСТВЕННОСТИ.

Ю.С. Захаров, к.т.н., генеральный директор ООО «Три-С», г. Москва

ОПЫТ ГЕРМАНИИ

Использование гибких полимерных рукавов, отверждаемых ультрафиолетовым излучением для санации канализационных трубопроводов

Длина канализационной сети Германии, которая всегда рассматривалась руководством страны в качестве важнейшей части инфраструктуры, составляет примерно 540 тыс. километров. Затраты на новое строительство такой же сети, в действующих ценах, оцениваются в 570 млрд. евро. Ни один из инфраструктурных объектов Германии (в том числе дорожная сеть) не требует больших затрат на полное восстановление.

По мнению немецких специалистов, в настоящее время, на санацию сетей выделяется недостаточно средств. В большинстве случаев, финансируются дорогостоящие объекты нового строительства, вместо того, чтобы делать акцент на профилактический ремонт. В результате через поврежденные и негерметичные трубопроводы в грунт (в грунтовые воды) проникают стоки, загрязняя окружающую среду.

Кроме того, поскольку 96 % населения Германии имеет доступ к услугам водоотведения, то на повестке дня стоит не столько строительство новых, сколько поддержание в исправном состоянии действующих сетей водоотведения.

Поэтому главными задачами, которые необходимо решать при санации действующих трубопроводов си-

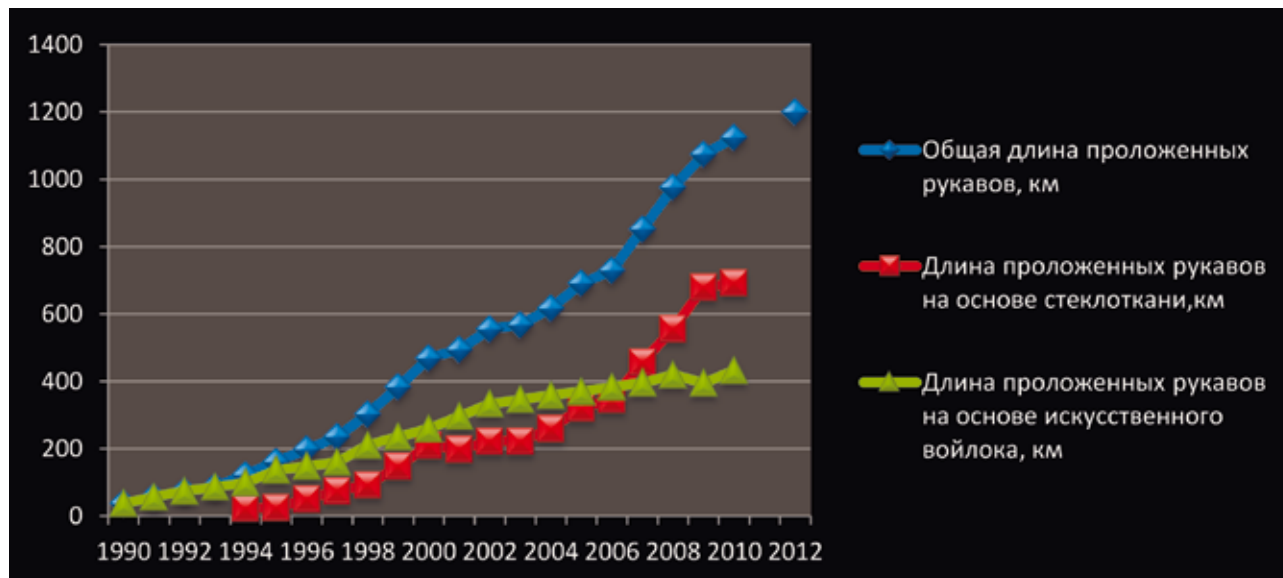
стем водоотведения, являются обеспечение сохранности и длительной эксплуатации существующих сетей, что призвано обеспечить удовлетворение настоящих и будущих потребностей населения.

Власти Германии, как и всего мира, постоянно вынуждены решать проблему финансирования восстановительных и ремонтных работ. На сегодняшний день, объем инвестиций, необходимых для приведения немецких сетей в соответствие с действующими европейскими стандартами, составляет приблизительно 50 млрд. евро.

Более 40 лет для санации систем водоотведения в Германии используются гибкие полимерные рукава, постоянно усиливая свои рыночные позиции.

История успешного развития этой технологии санации поврежденных и негерметичных трубопроводов достаточно известна. Впервые эта технология была применена в Англии. Лондон располагает самой старой канализационной сетью в Европе. Ее возраст составляет более 170 лет. Интенсивное движение транспорта, большое количество различных подземных коммуникаций потребовало разработки технологий санации, обеспечивающих минимизацию земляных работ. Кроме того, постоянное ухудшение состояния трубопрово-

Рис. 1. Применение гибких полимерных рукавов в Германии



дов системы водоотведения, потребовало разработки технологий, обеспечивающих уменьшение сроков и затрат на производство работ.

До начала XXI века, в большинстве случаев, монтаж гибких полимерных рукавов ассоциировался с относительно громоздким монтажным оборудованием, высокими лесами для монтажа рукавов методом инверсии и немалым парком специальных автомобилей.

Но технологии монтажа рукавов постоянно совершенствовались. Уже более 20-25 лет назад, наряду с использованием для затвердевания рукавов водяного пара или горячей воды, стали использоваться новые технологии, которые требуют менее габаритного технологического оборудования, и использующие для затвердевания рукава ультрафиолетовое излучение. В последние годы эти технологии все чаще применяются в Германии.

И если в 1990 году с использованием гибких полимерных рукавов было отремонтировано лишь 30 км трубопроводов, то в 2011 году эта цифра составила около 1200 км.

С 2008 года полимерные рукава, отверждаемые ультрафиолетовым излучением стали ведущей технологией бестраншейного ремонта трубопроводов систем водоотведения в Германии (рис.1).

Разработчики систем

Технология отверждения полимерных смол с использованием ультрафиолетового излучения была впервые использована компанией Insituform Technical Services совместно с химическим концерном BASF (производитель и обладатель патента на используемые в технологическом процессе фотокатализаторы). В Германии, полимерные рукава, отверждаемые ультрафиолетовым излучением, впервые были применены в период с 1985 по 1989 г.г. для санации трубопроводов промышленных предприятий концернов BASF (Людвигсхафен), Байер (Дормаген), а также предприятий по производству взрывчатых веществ.

Для прокладки рукава компания Insituform использовала традиционный метод инверсии. Была разработана специальная цепочка ультрафиолетовых излучателей, которая, перемещаясь с постоянной скоростью в водной среде с помощью специального устройства, расположенного на конце рукава, и воздействовала на смолу. В результате фотохимических реакций происходило затвердевание рукава. Рукав изготавливался из акриловых волокон, которые, в отличие от применявшихся ранее полиэтиленовых волокон, после пропитывания рукава смолой становились почти прозрачными и практически не ослабляли ультрафиолетовое излучение.

Однако, от этой технологии Insituform достаточно быстро отказалась. Причиной стали, прежде всего:

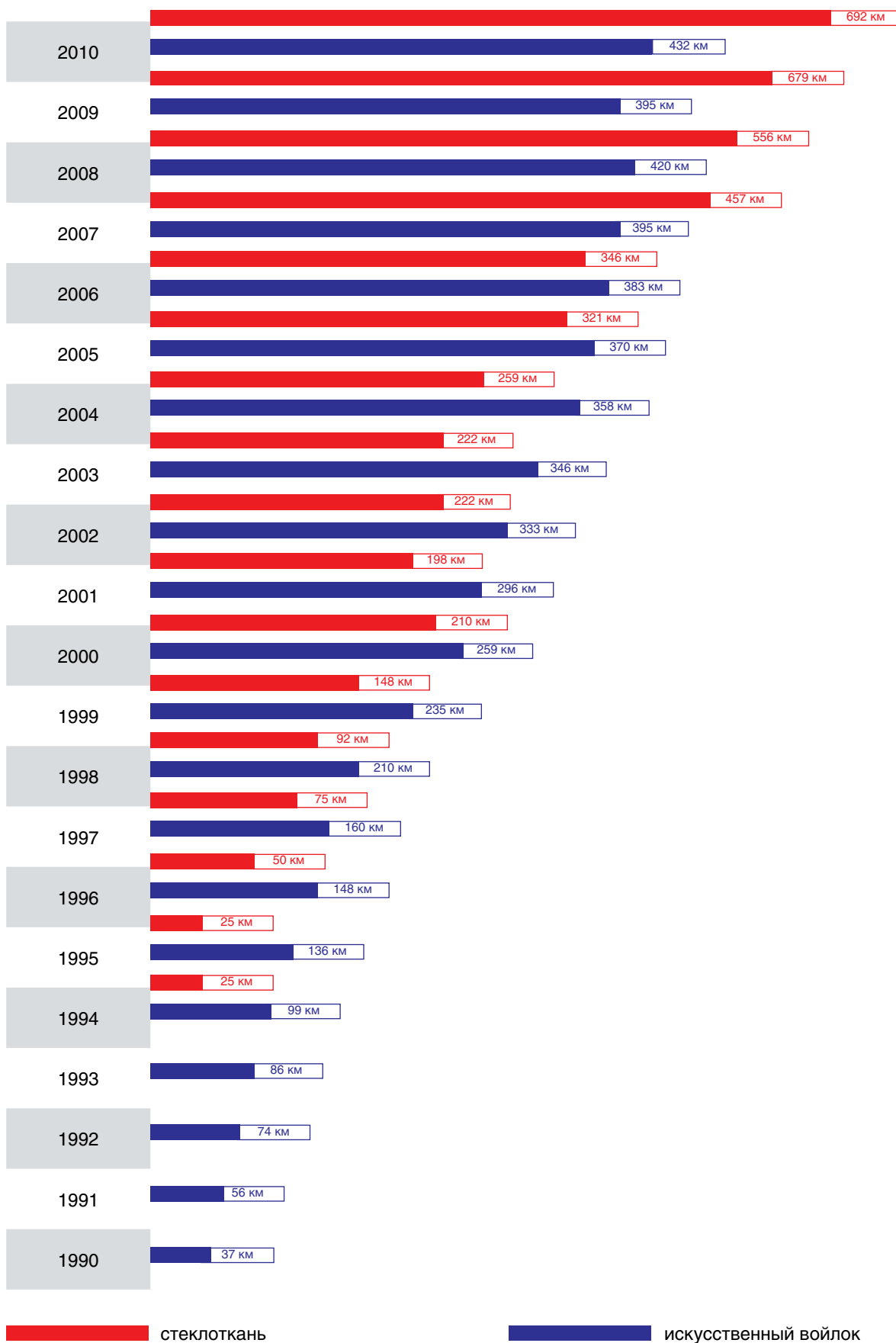
• высокая хрупкость ламината (обусловлена использованием акриловых волокон);

• частый выход из строя отдельных излучателей в результате воздействия воды.

• Кроме того, в это же время произошло поглощение английского предприятия Insituform Group ее дочерним американским предприятием Insituform Technologies, Inc. (ITI) и, связанное с этим, изменение стратегии предприятия.

В результате, более активную роль в развитии технологии ультрафиолетового затвердевания стали играть европейские фирмы: швейцарская фирма Rolining,

Объем ремонтно-восстановительных работ с использованием гибких полимерных рукавов в Германии





шведская фирма Inpire и не в последнюю очередь группа компаний Brandenburger.

Швейцарская фирма, после нескольких неудач, ввиду отсутствия необходимых для разработок финансовых ресурсов, была относительно быстро продана группе Rotenberger (ФРГ). Однако новому собственнику не удалось достигнуть больших успехов во внедрении технологий ультрафиолетового затвердевания гибких полимерных рукавов. Уже более 10 лет на рынке ничего не слышно о применении технологии Rolining.

При активной поддержке шведского правительства с начала 80-х годов, предприятие Inpire разработало технологию санации трубопроводов систем водоотведения с использованием бесшовного тканого рукава, усиленного стекловолокнами. Первое коммерческое использование технологии датируется 1985 годом.

Однако для производства рукава определенного диаметра требовалась отдельная установка, что стало большим техническим и экономическим препятствием при производстве рукавов с внутренним диаметром до 400 мм.



В 1999 году предприятие Inpire перешло в собственность датского предпринимателя Ове Аркила. Сегодня в Германии дочернее предприятие Arkil Inpire монтирует рукава диаметром до 1000 мм.

Следует отметить, что Inpire – единственная технология, использующая механизм ультрафиолетового затвердевания гибких полимерных рукавов, которая распространяется по всему миру от имени производителя (по лицензии или другим подобным способом). Другие разработчики систем поставляют уже пропитанные рукава, а также техническое оборудование для затвердевания строительным фирмам, персонал которых прошел обучение и обладает необходимой квалификацией.

Группа компаний Brandenburger, с более чем 70-летним опытом производства высокотехнологичных материалов, разработала в 90-е годы бесшовный рукав, получивший название Brandenburger Liner. Достаточно быстро руководство предприятия поняло, что для качественной санации требуется не только качественный рукав, но и специализированное монтажное пред-





приятие, обладающее необходимым оборудованием. Если после монтажных работ возникали повреждения рукава и предъявлялись рекламации, то в этом в первую очередь был виноват производитель рукава, так, по меньшей мере, считала строительная фирма, производившая монтаж.

В результате, для производства рукавов было основано дочернее предприятие *Brandenburger Liner*, которое с 1997 года стало выпускать также и технологическое оборудование.

В 2001 году создали предприятие *Brandenburger Kanalsanierung*, которое с тех пор осуществляет монтажные работы.

Brandenburger предлагает сегодня потребителю поставки готовых к монтажу рукавов, всей необходимой техники, а также обеспечивает техническое сопровождение монтажных работ.

С 1994 года фирма *SAERTEX multiCom*[®] также предлагает рынку использовать для санации старых и поврежденных трубопроводов системы водоотведения *SAERTEX-LINER*[®]. С помощью *SAERTEX-LINER*[®] можно производить санацию трубопроводов с внутренним диаметром от 100 до 1200 мм.

SAERTEX multiCom[®] – единственный производитель полимерных рукавов в мире, который самостоятельно производит стекловолокно, а затем тканую структуру. Другие производители закупают стеклотканевые компоненты рукавов отдельно.

Поэтому *SAERTEX multiCom*[®] обладает достаточной гибкостью при взаимодействии с клиентами и может контролировать и документировать качество изготовления рукава на всех стадиях производственного процесса. Это большое преимущество как для тех, кто производит монтажные работы, так и для конечного потребителя.



С недавнего времени *SAERTEX multiCom*[®] предлагает своим клиентам технологическое оборудование (совместно с фирмой *Prokasro*). Гибкий полимерный рукав *SAERTEX-LINER*[®] – первый рукав, срок эксплуатации которого, подтвержденный лабораторными испытаниями составляет до 70 лет.

Дочернее предприятие холдинга *Impreg* (Дания), основанное в 1999 году в г. Ветцлар (Южная Германия), разработало собственный полимерный рукав, отверждение которого производится как под воздействием ультрафиолетового излучения, так и с помощью водяного пара.

В 2007 году *Impreg* предложило рынку новую, более экономичную конструкцию рукава из синтетических волокон, армированных стекловолокном, отверждаемую ультрафиолетовым излучением. Этот продукт *FZ07* разрабатывался специально для трубопроводов с внутренним диаметром 150-500 мм.

Берлинское предприятие *ВКР Verolina*, с момента основания в 1961 году, специализируется на разработке полимерных материалов, усиленных стекловолокном (емкости, складская техника) и выпускает с 1997 года *Verolina Liner*, который конструктивно отличается от других рукавов. Благодаря особенности конструкции рукав демонстрирует нехарактерную для рукавов из стекловолокна эластичность и может компенсировать изменения диаметра санируемого трубопровода.

С 1999 года *ВКР* принадлежит Группе *Greiffenberger*. Собственнику принадлежит также датское предприятие *Berotech A/S*. На один интересный аспект здесь можно обратить внимание, не делая непосредственных выводов: три из пяти разработчиков систем широко используемых в Германии (*ВКР Verolina*, *Impreg*, *Impreg*) имеют датских собственников или участников.

В таблице 1 приведены данные по объемам поставленной продукции на стройплощадки.

Таблица 1. Статистика применения гибких полимерных рукавов

	Berolina Liner	Brandenburger Liner	iMPREG	INPIPE Liner	SAERTEX-LINER
Год внедрения	1997	1991	2000	1990	1994
Длина отремонтированных участков (с 1994 года), м	800000	более 2000000	550000	1500000	1600000
Смонтировано в 2008 году, м	160000	344000	148000	80000	200000

Материалы

Все упомянутые ранее системные решения при изготовлении рукавов для отвода коммунальных стоков используют высококачественное стекловолокно E-CR (Adwantex) и, как правило, ненасыщенные полиэфирные смолы (UP-Harz). В случае агрессивных сточных вод, особенно с щелочными свойствами и при высоких температурах сточных вод, применяется специальная винилэфирная смола.

Все системы используют одинаковые запатентованные фотокатализаторы концерна BASF. Так как при воздействии ультрафиолетовых волн на стенки рукава толщиной 8-10 мм, происходит изменение режима затвердевания ламината, ввиду изменения направления излучения, то некоторые производители (Brandenburger, Impreg, ВКР Berolina) добавляют в смолу также составы с пероксидами, используемыми при отверждении водяным паром и горячей водой.

Пероксиды вступают в реакцию при повышении температуры смолы до определенных значений в результате воздействия УФ-излучения и обеспечивают качественное затвердевание на краях ламината. Благодаря добавлению пероксидов длительность хранения рукавов на складе уменьшается, но качество ламината улучшается.

Сбытовая политика

В самом начале применения гибких полимерных рукавов для санации трубопроводов использовались только запатентованные технологии (Insituform, KM-Inliner), а к выполнению работ допускались лицензированные строительные фирмы, что предопределяла однородную структуру предложения и слабую конкуренцию. Сегодня, «в чистом виде», на рынке присутствуют лишь Insituform и Phoenix (рукава, отверждаемые с использованием горячей воды), а также Arkil Inpipe.

Оставшиеся производители поставляют свою продукцию любым клиентам или монтажным организациям. Однако прилагательное «любым» нужно применять осторожно:

- все используемые технологии имеют техническое свидетельство Немецкого института строительных технологий (Берлин). Все фирмы, применяющие эти

технологии, обязаны следовать предписаниям технического свидетельства;

- все монтажные предприятия, за редким исключением, имеют Знак качества Немецкого института обеспечения качества и маркировки в области строительства трубопроводов (RAL-Gütezeichen des Güteschutz Kanalbau e.V.); при этом требуемые для получения Знака качества внутренние инструкции должны быть согласованы с техническим свидетельством и рекомендациями поставщика системы;

- если обратить внимание на Интернет-сайты ряда производителей рукавов, то там можно найти дополнительные критерии оценки строительных фирм: «Компетентные предприятия» (Competence Group, SAERTEXmultiCom®) или «Авторизованный партнер» (Brandenburger Liner); «членство» в таких группах тестит самолюбие не только участников, но и служит важным мультипликатором чрезвычайно востребованного механизма контроля качества и позволяет производителям систем иметь возможность отобрать своих клиентов.

Преимущества полимерных рукавов, отверждаемых УФ-излучением

Разработчики систем приводят практически аналогичные преимущества своих рукавов:

- бесшовная конструкция (прежде всего ВКР и Brandenburger);
- высококачественные материалы (пленки, смолы, стекловолокно);
- поставка рукавов, готовых к монтажу – производство со стабильным качеством;
- хранение на складе в течение нескольких месяцев;
- более компактная стройплощадка;
- возможны разные технологии монтажа (в зависимости от диаметра санируемого трубопровода): инверсия и втягивание (Inpipe);
- быстрое затвердевание;
- не загрязняют окружающую среду, менее энергоемкая технология (не требуются емкости для транспортировки воды, нет загрязненных стиролом сточных вод, меньшая потребность в электроэнергии в отличие от

Таблица 2. Технические характеристики гибких полимерных рукавов

Технология	Berolina Liner	Brandenburger Liner	iMPREG	INPIPE Liner	SAERTEX-LINER
Наружный диаметр рукава, мм	150 ÷ 1000	150 ÷ 1000	150 ÷ 1200	150 ÷ 1000	100 ÷ 1200
Максимальная длина рукава, м	230	250	300	200	500
Максимальная толщина стенки (полимеризация УФ излучением или паром)	13	10	7	12	12
Максимальная толщина стенки (комбинированное воздействие)	15	16,8	8	Не используется	Не используется
Модуль эластичности после затвердевания (EN 1228), Н/мм ²	8000	10800	9500	11000	12000
Прогнозируемое значение модуля эластичности через 50 лет, Н/мм ²	5500	8100	6300	7700	8800
Прочность на изгиб после затвердевания, Н/мм ²	150	230	180	280	250
Коэффициент редукации (на 50 лет)	1,45	1,33	1,50	1,42	1,36

затвердевания с помощью нагрева);

- гладкая внутренняя поверхность трубопровода;
- возможность изменения диаметра и профиля (прежде всего ВКР);
- все технологии имеют технические свидетельства на производство работ;
- качество материалов подтверждается независимой экспертизой;
- современные инновационные строительные материалы.

Проверка качества производства работ – герметичность стенок

Важную роль в активном внедрении рукавов отверждаемых ультрафиолетовым излучением играют постоянные исследования и ежегодные отчеты (с 2004 года), публикуемые Институтом подземной инфраструктуры, ИКТ (Гельзенкирхен). В этих отчетах, на основании анализа проб, представленных заказчиком или подрядчиком, анализируются следующие параметры рукава, влияющие на его долговечность:

- модуль эластичности;
- прочность на изгиб;
- толщина стенки рукава;
- герметичность материала.

Следует отметить, что если значения приведенных параметров используются для оценки долговечности рукава и статических свойств трубопровода (Таблица 2), то для заказчика главной целью является 100 % герметичность трубопровода.

Проведенные исследования показали, что полимерные рукава из стекловолокна показали результаты, практически на 100 % совпадающие с заданными значениями герметичности или чуть меньшими (более 90 % от заданной величины), в то время как рукава, выполненные из синтетических волокон, при исследовании герметичности показали значения ниже 80 %.

Направления развития технологии

Если сегодня размышлять о технологии затвердевания полимерных смол с использованием ультрафиолетового излучения, то на первый взгляд возможности развития этой технологии исчерпаны. Если же посмотреть повнимательнее, то, как показывает недавнее прошлое, потенциал этой технологии далеко не исчерпан.

Так ряд бывших сотрудников Brandenburger Liner организовали новое предприятие Relineeurope и представили рынку два новых полимерных рукава (Alphaliner).

Однако и упомянутые в этой статье ведущие разработчики систем также не стоят на месте. Их изыскания направлены на разработку более мощных источников ультрафиолетового излучения и рукавов малого диаметра для санации придомовых трубопроводов.

Источники излучения

Сегодня на практике применяют источники излучения мощностью 400-1200 Ватт (длина волны 360-420 Нм). Длина цепочки излучателей может достигать 14 м.

Над увеличением скорости затвердевания работают все производители систем. Так, разработки фирмы Brandenburger (Bluetec Technologie) позволили, за счет



применения более мощных галлогенидных источников УФ-излучения и новой системы управления излучением, существенно сократить время затвердевания. Фирма ВКР Verolipa работает над переходом к светодиодным излучателям. При этом должны быть уменьшены температурные нагрузки на внутреннюю защитную пленку, а также потребление электроэнергии.

Рукава для санации придомовых трубопроводов

В последнее время проводятся работы по применению отверждаемых ультрафиолетовым излучением рукавов для санации ответвлений от центральных коллекторов (Brandenburgeruvlight). Главной проблемой здесь является разработка гибких источников излучения, а

также перемещение их через необходимые в трубопроводах с малыми диаметрами напорные емкости.

Заключение

Сбытовая политика производителей рукавов не требующая наличия лицензий и обременения прочими сборами, должна привести в будущем к большим успехам. Это доказали разработчики рукавов, отверждаемых горячей водой (SPR, RS-Technik), которые пошли таким путем.

Время покажет, какую часть рынка смогут удержать лицензируемые продукты. Однако пока их опережают те, кто не ограничивает распространение своих разработок покупкой лицензий.