

КОРРОЗИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

ГИБКИХ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ «КАСАФЛЕКС»

Владимир Васильев

профессор кафедры коррозии МИСиС, д.х.н.

Ольга Кроткова

ЗАО «Завод АНД Газтрубпласт»

В последние годы гибкие полимерные теплоизолированные трубы, благодаря своим преимуществам, все шире захватывают российский рынок. Преимущества эти неоспоримы – это технологичность труб, легкость их монтажа и эксплуатации, долговечность и устойчивость к коррозии. Применяемый при изготовлении гибких теплоизолированных труб семейства «Изопрофлекс» сшитый полиэтилен РЕХ-а позволяет выдержать необходимые параметры теплоносителя по температуре и давлению в сетях ГВС и, при определенных условиях, сетях вторичного контура отопления. Условия эксплуатации, при которых трубы семейства «Изопрофлекс» чувствуют себя нормально, довольно жесткие: это температура до 95°C (очень коротковременно до 105°C) и давление до 1,0 МПа. Этого оказывается недостаточно, если мы говорим о применении гибких теплоизолированных труб в сетях с температурой теплоносителя до 135°C и выше.

Поэтому, специально для использования в сетях отопления с такой температурой теплоносителя, завод «АНД Газтрубпласт» два года назад начал выпуск труб «Касафлекс», сочетающих в себе достоинства термостойкой нержавеющей стали, из которой изготавливается напорная труба, с достоинствами конструкции гибких полимерных теплоизолированных труб. Эти трубы хорошо зарекомендовали себя на российском рынке в течение двух строительных и отопительных сезонов, что дало основание заводу купить лицензию на производство напорных спирально-гофрированных труб из нержавеющей стали. В феврале 2006 г. завод «АНД Газтрубпласт» начал выпуск труб «Касафлекс» с напорными трубами собственного производства.

Для того, чтобы дать будущим потребителям этих труб обоснованные гарантии их безаварийной работы, завод обратился к испытательному центру при Московском Институте стали и сплавов «Эксперт-Корр-МИСиС». Целью работы было определить границы применимости определенных марок сталей, используемых для изготовления труб, в зависимости от их коррозионной стойкости в условиях российских норм на подготовленную сетевую и питьевую воду, а также при эксплуатации в реальных условиях.

Кроме того, у потребителей труб «Касафлекс», в основном, муниципальных теплоснабжающих организаций, часто

возникает вопрос о применимости труб на открытых системах отопления, где в качестве теплоносителя используется неподготовленная вода.

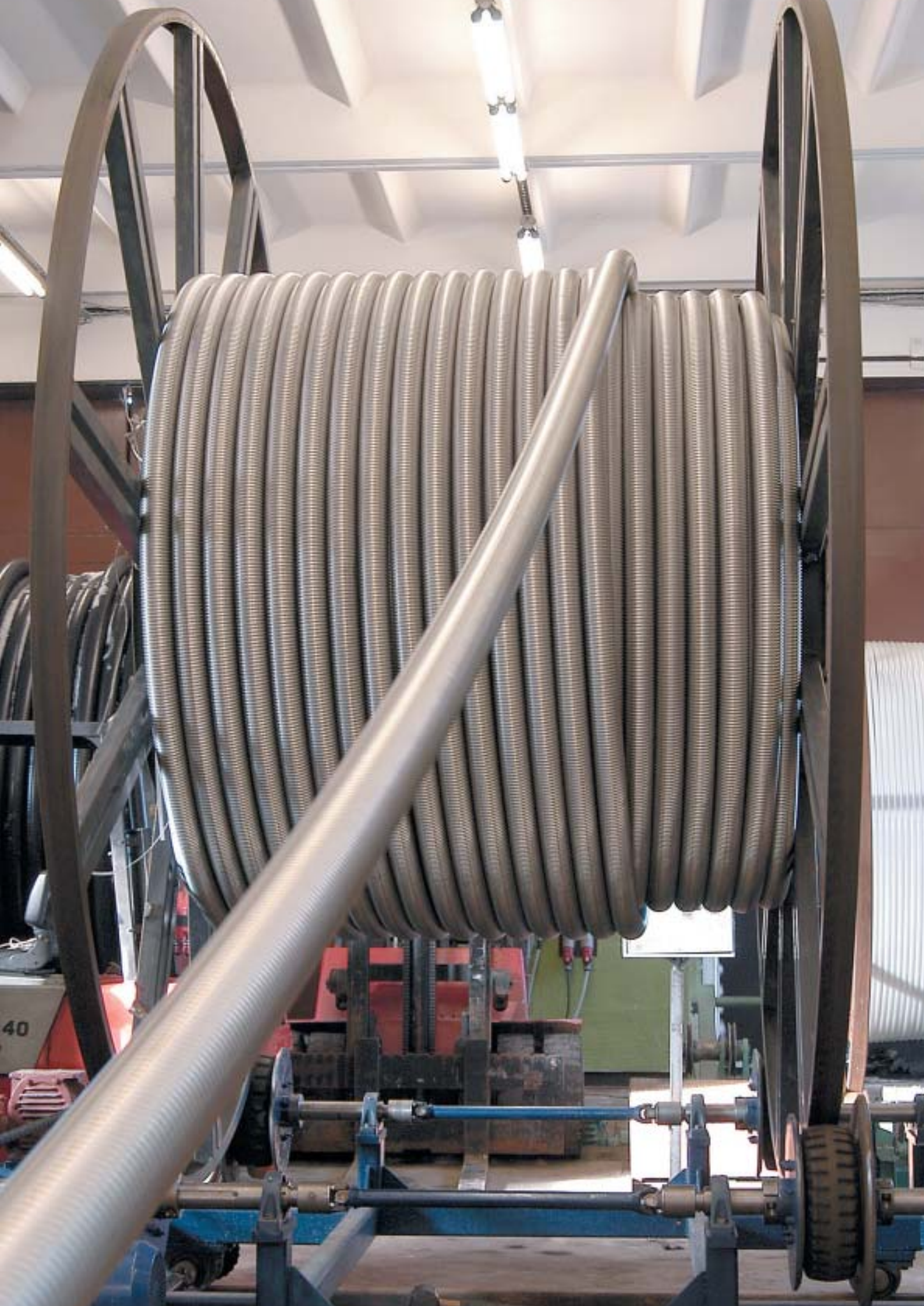
До конца 2005 года трубы «Касафлекс», поставляемые из Германии, изготавливались из стали марки 1.4301 по DIN EN 10028-7, что соответствует отечественной стали X18H10, содержащей в среднем 18% хрома и 10% никеля. Выпуск стали этой группы (12X18H10T, 08X18H10, 08X18H10T, 08X18H12Б, 03X18H11) занимает сейчас 70% общего объема производства коррозионно-стойких сталей.

Коррозионную стойкость нержавеющей сталью типа X18H10 сообщает хром. Он создает при концентрации не менее 12,5% в твердом растворе оксидную пленку на поверхности, которая и обеспечивает стали свойства нержавеющей. Чем выше содержание хрома, тем выше коррозионная стойкость стали в окислительных условиях.

Однако другим важнейшим условием стойкости стали к питтинговой коррозии и коррозионному растрескиванию является наличие в ней определенной однородной микроструктуры. Стали этого класса имеют структуру аустенита (γ -структура), который придает сталям пластичность и технологичность и обеспечивает лучшие эксплуатационные качества. Хром, в свою очередь, является ферритообразующим элементом, а феррит (α -структура) проявляет худшие технологические свойства по сравнению с аустенитом. Так, его коррозионная стойкость в 1,5 раза ниже, чем у аустенита, стали такого типа хуже свариваются и не обрабатываются на станках. При наличии в стали 18% хрома образование аустенита возможно только при содержании никеля 8-10%.

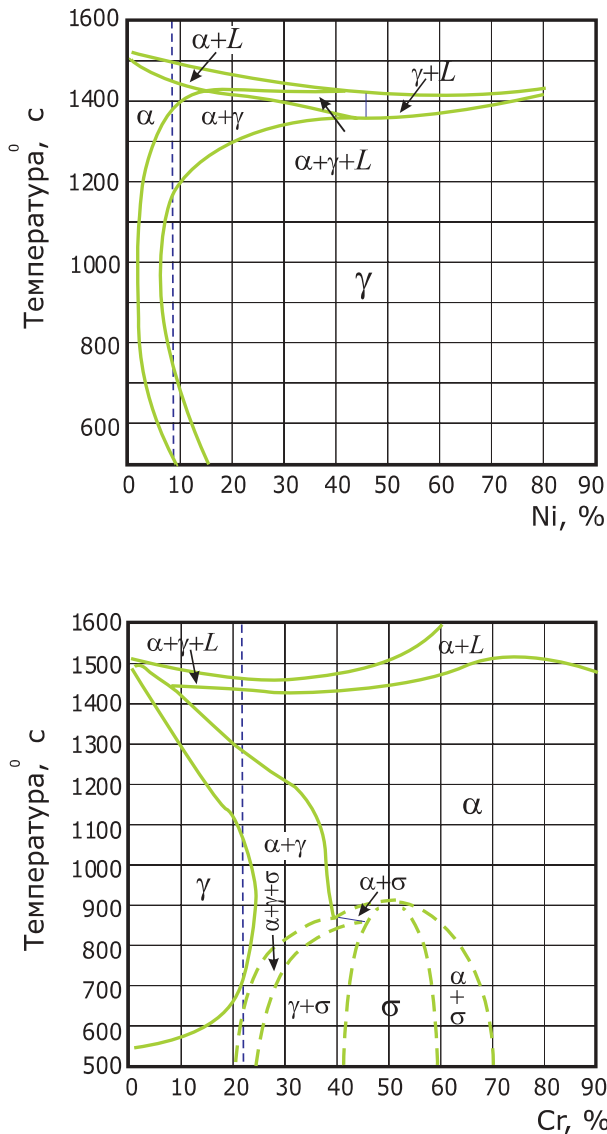
Анализ диаграммы состояния (рис.1) показывает, что состав сплава с 18% хрома и 8-9% никеля является оптимальным составом, т.к. он отвечает наименьшему содержанию никеля, необходимому для получения практически гомогенной аустенитной структуры, и достаточному содержанию хрома для повышения коррозионной устойчивости и сохранения высокой пластичности сплава.

Наличие в сплаве второй фазы означает разделение элементов по химическому составу: α -фаза имеет другой химический состав. Она содержит больше хрома. В ходе ее образования происходит обеднение соседних аустенитных уча-



стков хромом, а этот элемент в значительной степени определяет коррозионную стойкость стали. Обедненные хромом участки поверхности служат очагами локальных видов коррозии [1].

Рис. 1



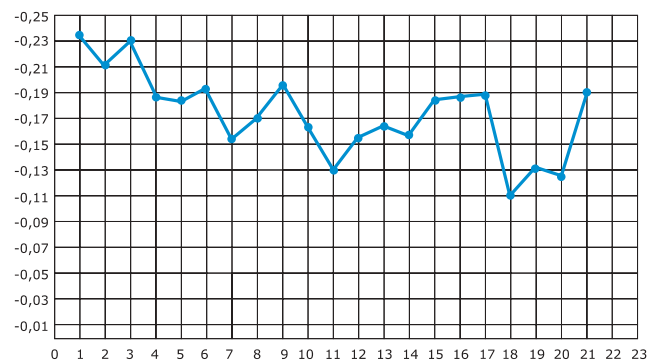
Другую опасность представляет σ -фаза. Эта крупная составляющая содержит большое количество хрома, порядка 50%. Она также стимулирует локальные виды коррозии – межкристаллитную (МКК) и коррозионное растрескивание (КР).

На однородность состава стали сильно влияет режим ее термообработки. Так, при очень медленных скоростях охлаждения, особенно если в сплаве менее 8% никеля или более 18% хрома, появление α -фазы делается возможным в заметных количествах. Холодная деформация (гофрирование) будет облегчать приближение системы к более термодинамически устойчивому состоянию и, следовательно, также способствовать появлению некоторого количества α -фазы.

Исходя из сказанного, был исследован образец трубы «Касафлекс». Его средний химический состав соответство-

вал составу стали марки X18H10. Особое внимание было уделено исследованию микроструктуры. Рентгеноструктурный анализ показал наличие в гофрированной стали 12,2 объемных долей или 12% вес. α -фазы и, соответственно 87,8 и 88% вес. γ -фазы. Неоднородность структуры, обусловленная наличием второй фазы – α -фазы, подтверждается распределением потенциалов, измеренных на выступах и впадинах по всей длине фрагмента трубы. Потенциометрическая кривая была снята в 3% растворе NaCl. По характеру кривой можно судить о величине потенциала питтингообразования, который является критерием устойчивости сталей 18-10 к локальным видам коррозии.

Рис. 2. Значения потенциалов трубы из сплава X18H10 в 3% NaCl



Как следует из рис. 2, потенциал питтингообразования, определяемый по потенциалу начала роста анодного тока, составляет 0,1-0,15 В. Эта величина намного меньше, чем у закаленной стали 18-10 без наличия α -фазы. Потенциал питтингообразования (Еп.о.) у закаленной стали 18-10 равен 0,45-0,55 В, то есть на 300-400 мВ положительней, чем у деформированной (гофрированной) незакаленной на финише изготовления стали. Чем больше величина этого потенциала, тем выше устойчивость стали к локальным видам коррозии – питтинговой и коррозионному растрескиванию. У стали X17H13M3 величина Еп.о. составляет 0,65-0,7 В, то есть намного положительнее, чем у стали X18H10. Такие же значения (и даже выше) у сталей 03Х25Н3АМЗ или 03Х25Н5АМЗ.

Отметим, однако, что значения потенциалов во впадинах и на выступах могут быть выравнены с помощью термообработки, проведенной после холодной деформации, связанной с процессом гофрирования.

Обычно к появлению локальных коррозионных поражений приводит сочетание сразу двух факторов: неоднородность микроструктуры стали и, главное, наличие агрессивных к стали агентов – кислот или гидролизующихся солей. Наличие в воде хлоридов приводит к резкому усилению питтинговой коррозии, что иллюстрирует следующий пример: при температуре 300°C и повышенном давлении в дистиллированной воде скорость коррозии стали (закаленной) составляет 0,0007 мм/год. Однако при добавлении NaCl в количестве 10 мг/л скорость коррозии уже составляет 0,189 мм/год. Допустимое по ГОСТ 2874-82 на питьевую воду содержание хлоридов (до 350 мг/л, pH = 6-9) намного превышает ту минимальную концентрацию хлор-

иона, которая вызывает растрескивание стали. Поэтому, если планируется использовать трубу для горячей воды питьевого качества или возможно попадание такой воды в трубу, то длительная бескоррозионная работа трубы может быть обеспечена применением молибденистой стали с содержанием молибдена 2-3%.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) Труба CASAFLEX, выполненная из стали марки 1.4301 по DIN EN 10028-7 (X18H10) будет устойчива к коррозии в течение всего заявленного срока службы (30-35 лет) в случае применения ее для тепловых сетей с подготовленной по химическому составу водой. Вода, согласно «Правилам технической эксплуатации электрических станций и тепловых сетей», должна иметь следующие характеристики: pH=9,5-9,7; общая жесткость воды – 0,25 мг-экв/кг; содержание растворенного кислорода – не более 0,02 мг/кг; свободная углекислота – отсутствует.

2) При высоком содержании хлоридов в воде, что имеет место в открытых системах теплоснабжения, для изготовления спирально-гофрированных труб из нержавеющей стали необходимо применять более легированную сталь типа 1,4404 по DIN EN 10028-7, содержащую в своем составе молибден.

Руководствуясь результатами проведенных исследований, специалисты завода «АНД Газтрубпласт» совместно со швейцарской фирмой Brugg Rohrsysteme разработали новую модификацию труб «Касафлекс» – трубы «Каса-

флекс-К» с повышенной коррозионной стойкостью. Напорные трубы «Касафлекс-К» изготавливаются из нержавеющей стали 1.4404 по EN-10088-2. Данные трубы предназначены для систем отопления с теми же параметрами теплоносителя, что и трубы «Касафлекс» – температурой до 135°C и давлением до 1,6 МПа, но в отличие от последних могут применяться на открытых системах с неподготовленным теплоносителем. Данные трубы прошли успешную апробацию в ряде городов Восточной Европы на сетях отопления с открытой системой.

Одновременно было принято, что со второй половины 2006 г. завод «АНД Газтрубпласт» планирует перейти на выпуск всех труб «Касафлекс» и «Касафлекс-К» с использованием вспененного изоцианурата, что позволяет использовать трубы при температуре теплоносителя до 155°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коррозия. Справочник. Под ред. Л.Л. Шрайера. М.: Металлургия, 1981, с. 30-31.
2. Структура и коррозия металлов и сплавов. Атлас. Справочник. Под редакцией д.т.н. Е.А. Улбянина. М.: Металлургия, 1989, с. 20.
3. Томашов Н.Д. Теория коррозии и защиты металлов. Москва: Изд-во АН СССР, 1959, с. 496-500.
4. Акользин П.А., Гуляев В.Н. Коррозионное растрескивание аустенитных сталей. М.: Госэнергоиздат, 1963, с. 14.



МОРЕ ИНФОРМАЦИИ

ТОРГОВАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ ПОЛИМЕРНОЙ ОТРАСЛИ

КУПИТЕ ПОЛИМЕРНУЮ ПРОДУКЦИЮ БЕЗ ПОСРЕДНИКОВ ■

На www.PolyPipe.ru собраны предложения по более 5 000 товарам от 300 поставщиков полимерной отрасли

БУДЬТЕ ВСЕГДА В ЦЕНТРЕ СОБЫТИЙ ■

На площадке представлена актуальная информация полимерной отрасли, а также аналитические отчеты и новости рынка

НАЙДИТЕ НОВЫЕ И РАСШИРЬТЕ УЖЕ ИЗВЕСТНЫЕ РЫНКИ СБЫТА ■

На площадке работает сообщество профессионалов полимерной отрасли. Это прямой выход на вашу целевую аудиторию



ТРУБЫ И ФИТИНГИ • ОБОРУДОВАНИЕ • СЫРЬЕ



www.PolyPipe.ru
E-mail: info@PolyPipe.ru
Тел.: (095) 317-7500/11