



## DENSOLID HDD – БЕЗУПРЕЧНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ В ГНБ



### ПОЧЕМУ DENSOLID HDD?

Развитие технологии ГНБ в российской практике прокладки трубопроводов, безусловно, заслуживает положительной оценки. Последние достижения в отдельных направлениях, присущих данному методу – техника, инструмент, буровые растворы и т. д. позволяют строить сложные переходы большой протяженности с применением труб значительного диаметра в сложных горно-геологических условиях. К сожалению, в этой ситуации открытым остается не менее важный вопрос – как эффективно обеспечить защиту изоляции дюкера от повреждений в ходе протяжки? И, в первую очередь, как обеспечить защиту самого слабо-

Кан Марк Константинович  
DENSO GmbH  
Email: kan@denso.de  
Тел.: +49 214 2602-309  
Моб.: +49 151 14773326  
Интернет: www.denso.de  
Адрес компании: DENSO GmbH, Felderstr. 24,  
D-51371 Leverkusen, Germany

го звена – зоны сварного стыка, которая выполняется непосредственно на строительной площадке?

Думается, всем знакома ситуация, когда успешно завершить строительство перехода приходится дважды: первый раз – когда завершается протяжка трубы в скважину, второй – когда испытания целостности изоляции методом катодной поляризации выносят положительный вердикт. А последнее обстоятельство, увы, не отличается желаемым постоянством.

В этой связи эффективное во всех отношениях решение проблемы предлагает известная немецкая компания DENSO в виде отлично зарекомендовавшего себя на рынках многих стран продукта – покрытия DENSOLID HDD.

В последний день командировки по Краснодарскому краю, где ООО «ПТПС» строило несколько сложных переходов в рамках масштабного проекта «Строительство газопровода «Западный коридор» – континентальной части стратегического газопровода «Южный поток», мы получили предложение от коллег посетить объект, где будет проводиться презентация нового покрытия для изоляции стыков труб. «Демонстрация новой технологии должна проводиться одной известной немецкой фирмой. Остальное увидим на месте» – прозвучало лаконичное приглашение.

Через сорок минут мы прибыли на строительную площадку, где заканчивались организационные приготовления предстоящей презентации.

Для того, чтобы иметь представление об уровне сложности предстоящих испытаний нового покрытия, предлагаем ознакомиться с основными характеристиками перехода через р. Журавку: протяженность – 727 м, диаметр дюкера газопровода – 1420 мм, грунты – суглинки, пески, органика, включения гравия.

Выйдя из машины, подходим к делегации немецких специалистов. Представляемся. Знакомимся.

На некоторое время нашим собеседником становится руководитель продаж в странах СНГ компании DENSO GmbH Марк Кан.

С учетом того, что до начала мероприятия в запасе имеются несколько минут, просим ввести в курс дела – ответить на несколько вопросов относительно предлагаемой в России новой технологии.

**Каковы принципиальные особенности и назначение изоляционного покрытия, предлагаемого компанией DENSO к использованию на российском рынке ГНБ?**

DENSOLID HDD – антикоррозийная система защиты сварных швов при прокладке трубопроводов методом горизонтального направленного бурения (ГНБ).



Технологии в области  
трубопроводов  
Защита от коррозии

www.denso.de



### НЕСКОЛЬКО СЛОВ О КОМПАНИИ

Немногие из числа компаний-лидеров мирового рынка изоляционных покрытий могут похвастаться такой яркой, основанной на внедрении в практику инновационных решений, историей, как фирма DENSO.

Еще в самом начале XX века компании DENSO (в то время – Chemierprodukte GmbH) удалось решить актуальную для модернизации инфраструктуры Берлина задачу – обеспечить эффективную защиту от коррозии подземных трубопроводов при расширении городских газовых сетей.

В 1922 г. состоялось учреждение компании DENSO в Берлине.

В 1929 г. компания официально регистрирует товарный знак «DENSO» (от латинского densus/densum – уплотнять, изолировать).

Практически одновременно компания получает патент на применение собственной уникальной разработки – петролатумной ленты DENSO-Binde – первой в мировой практике системы пассивной антикоррозийной защиты для трубопроводов.

В 2012 г. DENSO отпраздновала свой 90-летний юбилей!

Постоянный поиск наиболее эффективных технических решений в совокупности со стремлением работать в интересах своих клиентов, позволили компании – основоположнице системы пассивной антикоррозийной защиты и сегодня быть лидером данного сегмента мирового рынка.

Многолетними партнерами являются такие фирмы, как немецкие E.ON Ruhrgas и Wintershall, а также дочерние предприятия Wintershall и российского ОАО «Газпром» – компании Wingas и Gascade; французская Gas de France; испанская Enagas и многие другие. С компанией E.ON Ruhrgas (в недавнем прошлом Ruhrgas) DENSO сотрудничает с середины 30-х годов XX века, с Wingas и Gas de France – более 20-ти лет.

Из последних проектов, значимых для российского рынка, можно назвать газопровод СЕГ («Северный поток»), на сухопутных европейских ветках которого (газопроводах OPAL и NEL) компаниями Wintershall/ Wingas в кооперации с E.ON Ruhrgas был использован продукт DENSOLEN N60-S20. На газопроводе OPAL (протяженность 470 км) были изолированы около 27000 сварных стыков (100 % от общего количества), на газопроводе NEL (протяженность 440 км) – около 25000 стыков (80 % от общего количества).

На сегодняшний день продукция DENSO с успехом используется в многих странах на всех континентах.



Слева-направо:  
Пескоструйная обработка зоны стыка



Установка фиксирующих лент на поверхность кожуха



Заполнение кожуха двухкомпонентным составом



Внешний вид заполненного кожуха



Двухкомпонентный картридж DENSOLID HDD

Принцип восприятия нагрузки изоляцией стыка: слева – традиционная изоляция с «выступом», справа – покрытие DENSOLID HDD



С точки зрения структурных особенностей система DENSOLID HDD является полиуретановым противокоррозионным покрытием для сварных стыков стальных труб, прокладываемых методом ГНБ.

Основная принципиальная общетехнологическая особенность заключается в том, что поставка осуществляется в двухкомпонентных картриджах, а также в использовании при нанесении материала специального кожуха, что обеспечивает простой монтаж данной защитной системы.

За счет использования кожуха, нанесенный материал находится на одном уровне с прилегающим заводским покрытием стыкуемых труб. Кожух также защищает покрытие от атмосферных воздействий до его отверждения.

Готовое покрытие соответствует требованиям нормативного документа DIN EN 10290 (класс B, тип 3, рабочая температура до +80°C) и, тем самым, предназначено для применения в условиях высокого риска коррозии и высоких механических нагрузок.

Благодаря особенно высокому пределу сопротивления сдвигу, а также нанесению материала заподлицо с заводской изоляцией, риск среза или срыва покрытия при прокладке труб методом ГНБ минимизируется.

**Что можно выделить в качестве предпосылки к созданию DENSOLID HDD? Какие вопросы были решены в конструкции нового покрытия?**

Последние достижения в области развития трубопроводного транспорта во многом связаны с эффективным использованием бес-

траншейных технологий строительства (продавливание труб, микротоннелирование и горизонтальное направленное бурение).

Применительно к бестраншейной прокладке, внешняя изоляция труб и места их соединений постоянно подвергаются высоким нагрузкам ввиду абразивного воздействия и, соответственно, имеется необходимость выдерживать сопротивление на срез (сдвиг).

По этой причине трубопроводы, имеющие высокопрочное трехслойное полиэтиленовое или полипропиленовое покрытие, нуждаются в дополнительной изоляции или использовании армированных термоусаживающихся покрытий.

Предложение поставляемых в настоящее время материалов изоляционных покрытий, способных выдержать такие нагрузки и сохранять при этом требуемую эластичность, крайне ограничено.

Кроме того, изоляционные покрытия для стыков, используемые при традиционных методах прокладки трубопроводов, так же как системы ленточных покрытий и неармированные термоусаживающиеся манжеты, в случае бестраншейной прокладки не выдерживают высоких нагрузок и заранее обречены на неудачу.

Жестким требованиям могут отвечать только двухкомпонентные системы покрытий, основанные на использовании полиуретана или эпоксидных смол. Эти системы объединяет то обстоятельство, что конечный продукт создается посредством смешивания двух основных компонентов непосредственно на строительной площадке. Данные виды изоляции стыков труб

также хорошо выдерживают экстремальные нагрузки, одновременно обеспечивая необходимую эластичность.

Однако применение таких изоляционных покрытий связано с необходимостью решения очень серьезных проблем: они зачастую не могут быть нанесены с полным соблюдением сложного технологического регламента непосредственно на объекте, что приводит к потере качества, или требуют присутствия на строительной площадке специалистов сервисных компаний.

Другим важнейшим аспектом является «геометрия». Только покрытия, обеспечивающие единую линию с поверхностью заводской изоляции, могут считаться надежными и безопасными. Слой покрытия, выступающий за условный уровень заводской изоляции, во многом усиливает как фрикционное воздействие, так и нагрузку на срез по отношению к заводской изоляции в зоне стыка в ходе протяжки трубопровода.

Инновационная система DENSOLID HDD полностью лишена отмеченных недостатков. Она специально разработана для проектов, реализуемых с помощью ГНБ. Система основывается на использовании двухкомпонентного полиуретанового состава, который эффективно заполняет пространство между заводской изоляцией труб и зоной стыка. Сам технологический процесс нанесения компонентов А и В прост и безопасен, он представляет собой всего одну операцию, которую необходимо выполнить для получения качественной изоляции трубопровода.

**Если говорить об основных преимуществах покрытия DENSOLID HDD, что можно отметить в первую очередь?**

Пожалуй, к главным достоинствам покрытия, можно отнести факторы, обеспечивающие эффективность его применения:

- благодаря использованию двухкамерных картриджей исключается «брак» при переме-



Технологии в области  
трубопроводов  
Защита от коррозии

www.densol.de



## «ПОЛИУРЕТАНОВАЯ ПРОГРАММА»

Сегодня нет необходимости лишней раз говорить о роли полиуретана в современных технологиях защиты от коррозии. Поддерживая данное перспективное направление, компания DENSOL разработала и воплощает в практику «программу защиты от коррозии с применением двухкомпонентных полиуретановых продуктов». В рамках данной программы следует выделить линейку продуктов DENSOLID, предназначенных для изоляции и ремонта покрытий трубопроводов и мест их соединений.

DENSOLID BLZ – высокопрочное покрытие для критических с точки зрения коррозии переходов типа «земля-воздух» для стальных трубопроводов. Обеспечивает минимальную толщину покрытия 2,5 мм, наносится в три слоя: черный – серый – черный.

DENSOLID FK2-C – используется в качестве высокоэффективного антикоррозионного средства прежде всего для защиты в полевых условиях деталей «неправильной» формы и фасонных элементов. Кроме того, покрытие FK2-C применяется для ремонта повреждений антикоррозионных покрытий (например, заводских покрытий из полиэтилена, полипропилена, полиуретана или эпоксидных смол).

Ремонтная масса FK2-C оптимально подходит для всех покрытий DENSOLID. В виде шпаклевки она служит для устранения неровностей и заполнения трещин и отверстий.

DENSOLID FK-2 – используется в качестве высокоэффективного антикоррозионного покрытия для уложенных в грунт труб, колен, резервуаров и арматуры. Покрытие можно наносить с помощью установки безвоздушного распыления как на заводе, так и на строительной площадке. Быстрое отверждение материала позволяет без задержки (с высоким уровнем рентабельности) осуществлять строительные работы.

DENSOLID TLC – служит для защиты сварных швов при прокладке труб методом продавливания и микротоннелирования. Быстрое отверждение позволяет сократить время проходческого цикла.

DENSOLID HDD – используется в качестве антикоррозионного покрытия для сварных швов стальных трубопроводов, прокладываемых методом ГНБ.

DENSOLID НК7/НК7-W – применяют в качестве износостойких защитных покрытий для зон сварных швов пластиковых труб с двойными стенками. Данный материал целесообразно использовать, прежде всего, для бестраншейной прокладки и реабилитации покрытий.



Слева-направо:  
Демонтаж кожуха  
после затвердения  
покрытия  
DENSOLID HDD

Общий вид готовой  
изоляции стыка

Общий вид  
изоляции стыка  
по завершении  
протяжки  
трубопровода

Испытания  
покрытия изоляции  
стыка

шивании компонентов, а также образование воздушных пузырей;

- простой однооперационный технологический процесс нанесения защитного покрытия;
- реально надежное покрытие по отношению как к структуре, так и к «геометрии» заводской изоляции стыкуемых труб.

#### ДОСТУПНО И ЭФФЕКТИВНО!

Поблагодарив Марку за исчерпывающие ответы на заданные вопросы, просим его предоставить на время демонстрации нанесения покрытия DENSOLID HDD инструкцию, содержащую рекомендации компании DENSO.

Свою просьбу мотивируем необходимостью лучше понять суть происходящего на объекте.

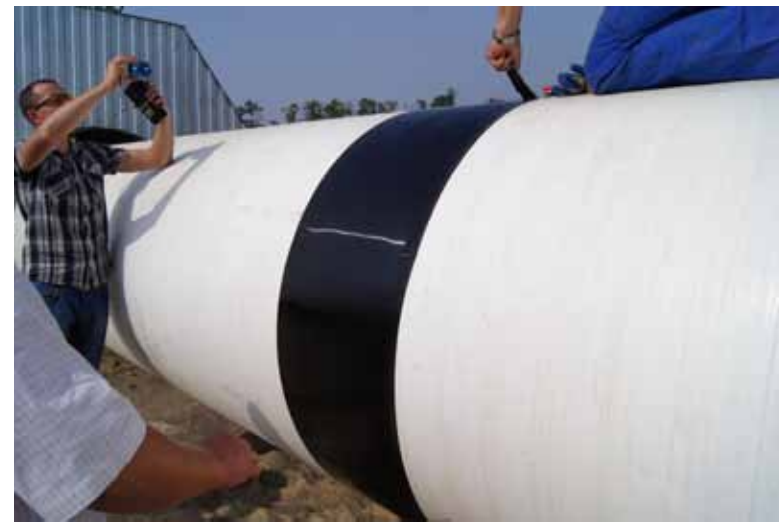
Получив «на руки» желаемый материал, направляемся непосредственно к месту производства работ. Они должны начаться с минуты на минуту.

Для удобства восприятия процесса нанесения покрытия DENSOLID HDD предлагаем рассказ о происшедших событиях в форме сопоставления основных положений рекомендаций компании-производителя с собственными впечатлениями от увиденного.

#### Подготовка поверхности. Просушивание (если требуется). Пескоструйная обработка.

Видимо, принцип «для того, чтобы надежно склеить две поверхности, их необходимо хорошо очистить и обработать» одинаково успешно действует во всех сферах жизнедеятельности. И не только в строительстве.

Продолжаем дальше наблюдать за работой специалистов компании DENSO, не забывая заглядывать в инструкцию.



#### Установка «распорок». Установка кожуха.

**РОБТ:** Здесь стоит остановиться подробнее, добавив комментарии относительно сути происшедших событий на стройплощадке.

По завершении пескоструйной обработки стыка на стройплощадке возникла непродолжительная пауза, связанная с необходимостью подготовки к выполнению основных операций по нанесению покрытия DENSOLID HDD.

Специалисты компании DENSO достали из багажника легкового автомобиля несколько картонных коробок, современный «кейс» с инструментами, несколько аккуратно упакованных пластиковых лент и рулон полупрозрачного пленочного материала.

Стоит отметить, что все присутствующие по традиции ожидали появления на стройплощадке какой-либо уникальной техники или «специфической манжеты», с помощью которых и будет решена задача по изоляции стыка.

Но ничего подобного не произошло. Установка кожуха началась сразу, без раскочки.

Здесь уместен небольшой комментарий относительно определения «кожух» и физического смысла, вложенного в это понятие компанией DENSO.

Для удобства восприятия кожух можно сравнить с абстрактной опалубкой, ограниченной снизу подготовленным к изоляции участком сварного шва стыкуемых труб, справа и слева – кромками заводской изоляции, сверху – рулонным материалом (в нашем случае, на п/п основе).

Теперь обстоятельство, что внутреннее пространство «кожуха-опалубки» должно заполняться специальным твердеющим составом, не вызывало сомнений.

Вернемся непосредственно к работе на стройплощадке.



На первом этапе с обеих сторон на заводское покрытие была намотана пластиковая лента DENSOLEN. Однако в нашем случае её функция сводилась не к обеспечению минимальной толщины покрытия над сварным стыком в качестве «распорки» (толщина заводского покрытия практически втрое превышает минимально допустимое значение 2,5 мм). Скорее, лента DENSOLEN понадобилась в качестве своего рода фиксатора – ограничителя общей конструкции кожуха.

Далее, после несложных арифметических расчетов, от имеющегося в рулоне запаса полупрозрачного п/п материала был отделен отрезок необходимой длины, которым была обмотана (с нахлестом порядка 30 см) зона стыка.

Полученный таким образом кожух был зафиксирован с обеих сторон натяжными ремнями. Но это уже следующий пункт инструкции.

#### Заполнение кожуха

**РОБТ:** Пожалуй, заполнение кожуха двухкомпонентным составом DENSOLID HDD был наиболее ожидаемой производственной операцией, расставляющей все точки над «i» относительно нюансов демонстрируемой технологии. Наибольшее внимание присутствующих российских специалистов было сосредоточено именно здесь.

Первым «нестандартным» моментом для подобных ситуаций, связанных с нанесением изоляции стыков, стало появление в руках одного из представителей компании DENSO миниатюрного шурупверта. Именно с его помощью было сделано первое отверстие в самой нижней точке пластикового кожуха (в позиции «на шесть часов»).

Почему был использован шурупверт? Несколько обосновано выглядит предположение, что он является неотъемлемой частью осуществления технологического процесса?

Быстро переадресуем эти вопросы Марку. Получаем более чем исчерпывающий ответ: «Безусловно, существует много вариантов устройства отверстий в кожухе. Мы рекомендуем пользоваться шурупвертом по двум причинам: во-первых, это удобно – данный вид инструмента является доступным и эффективным во всех отношениях; во-вторых, он наиболее безопасен с точки зрения возможности повреждения подготовленного стыка.

Думается, нет необходимости долго объяснять причины, по которым заполнение кожуха проводится в направлении «снизу-вверх» начиная с самой нижней точки. Здесь главное обеспечить «ламинарность» поступающего порционного объема DENSOLID HDD, обезопасив тем самым «будущее» покрытие от образования воздушных пузырей.

Несколько слов об оборудовании, использованном на стройплощадке.

Для подачи DENSOLID HDD использовался пневмопистолет DENSOMIX-400P, соединенный посредством простейшего гибкого шланга с компрессором. И ничего более!!! Причем, в нашем случае само понятие «компрессор» не следует воспринимать как нечто, связанное с масштабным строительством. Для обеспечения подачи необходимого объема воздуха внутрь кожуха достаточно небольшого (автомобильного) компрессора, развивающего давление до 5 атм.

Дальнейшая работа проводилась достаточно оперативно. По мере заполнения нижней точки кожуха сопло пистолета DENSOMIX 400P было извлечено наружу, место отверстия моментально закрылось заплаткой, а следующие отверстия устраивались поочередно слева и справа по отношению к оси поперечного сечения трубы в шахматном порядке снизу вверх. Естественно, с последующим заполнением.

По мере расходования компонентов, формирующих состав DENSOLID HDD, прово-

дилась замена картриджей, что на практике позволяло уложиться буквально в несколько десятков секунд.

Примерно через 20 мин с момента начала заполнения кожуха заплатка была установлена в «самой высокой точке», что означало успешное завершение главной производственной операции.

Если немного отвлечься, можно отметить, что по окончании работы, связанной с «заливкой» кожуха, практически все присутствующие отметили само место стыковки, которое приобрело необычный «нарядный» оттенок. Это, безусловно, добавило положительных эмоций.

#### Скашивание кромки (если требуется)

**РОБТ:** В полном соответствии с требованиями инструкции, на стройплощадке был объявлен перерыв на три часа на время, необходимое для затвердения заполнившего кожух состава DENSOLID HDD.

Спустя требуемый промежуток времени все вновь собрались на объекте. Представители компании DENSO за пару минут «разобрали» в обратном порядке заполненный составом кожух.

Взору предстала идеальная глянцевая поверхность затвердевшего покрытия, гармонично вписывающаяся в общую геометрию трубопровода: визуально нельзя было заметить ни впадин, ни выступов по отношению к заводской изоляции.

Полученная поверхность готового изолированного стыка была безупречно вписана в геометрию заводского покрытия состыкованных труб, так что дополнительной обработки кромок не потребовалось. Хотя, со слов немецких специалистов, в случае необходимости это можно оперативно сделать с помощью обычной шлифовальной машинки.

#### Высоковольтное испытание. Использование материала «DENSOLID FK2-C, 50 ml».

**РОБТ:** Не имея возможности наблюдать воочию особенности реализации данного пункта инструкции, мы попросили Марка Кана дать комментарий уже по дороге домой, добавив несколько других вопросов, возникших в ходе демонстрации нанесения покрытия DENSOLID HDD.

**Насколько актуален вопрос ремонта покрытия DENSOLID HDD в принципе?**

## Компоненты системы, поставка, упаковка

Компонент	Описание	Габариты	Единица поставки
DENSOLID HDD	Полиуретановое покрытие в двухкамерных картриджах	0,52 кг (400 мл)	5 картриджей в коробке
Кожух HDD	Опалубка из полипропилена в качестве вспомогательного средства для нанесения DENSOLID HDD, поставляется в рулонах	1,7 мм x 500 мм x 10,5 м	1 рулон
		1,7 мм x 700 мм x 10,5 м	
Крепежные ремни HDD	Крепежные ремни для фиксации кожуха	5,0 м	Комплект из 2 шт.
DENSOMIX 400 P	Пневматический пистолет-аппликатор для двухкамерных картриджей DENSOLID HDD	-	1 шт. в коробке

В процессе заполнения кожуха нельзя полностью исключить образования отдельных пузырьков воздуха, что, в конечном счете, может привести к образованию незначительных несквозных каверн в затвердевшем покрытии. Такого рода «косметические» дефекты выравниваются с применением материала DENSOLID FK2-C при использовании ручного пистолета DENSOMIX 50 и штапеля. Важно отметить, что DENSOLID FK2-C совместим со всеми покрытиями, имеющими бренд «DENSOLID».

#### Каким образом планируется проведение высоковольтных испытаний?

Эти испытания будет проводить непосредственный производитель работ методом ГНБ – ООО «ПТПС». Первый раз это будет сделано после того, как готовый дюкер пройдет испытание на герметичность сварных стыков, второй – непосредственно в ходе протяжки трубопровода в готовую скважину.

#### Когда можно будет говорить о результатах производственных испытаний покрытия DENSOLID HDD на данном объекте?

О результатах можно будет говорить, когда стыки, изолированные покрытием DENSOLID HDD «пройдут весь путь» по скважине и будут обследованы на поверхности. Это событие состоится ориентировочно через месяц, когда завершится строительство перехода. Мы обязательно подведем окончательные итоги.

#### ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

В середине октября компания DENSO информировала редакцию нашего журнала о том, что производственные испытания покрытия DENSOLID HDD на объекте в Краснодарском крае прошли успешно. По завершении протяжки трубы в скважину на поверхности был выполнен комплекс необходимых исследований, подтвердивший, что конструкция изоляции стыка находится в безупречном состоянии и полностью отвечает всем предъявляемым

требованиям к ее качеству. Причем, технические параметры покрытия до и после протяжки практически не имеют серьезных расхождений. Впрочем, с учетом имеющегося опыта использования DENSOLID HDD в мировой практике, в успехе мало кто сомневался.

Теперь, когда были соблюдены все необходимые формальности, можно сделать главные обобщающие выводы.

Во-первых, общая эффективность применения покрытия достигается за счет совмещения таких факторов, как надежность и доступность. Иными словами, безупречные технические характеристики покрытия достигаются за счет разработанного в компании состава DENSOLID HDD, «спрятанного» в картридже пневмопистолета. При этом сама технология нанесения продумана до мелочей: отсутствует громоздкая техника, нет трудоемких операций, не требуется дополнительная квалификация рабочего и инженерного персонала.

Во-вторых, покрытие DENSOLID HDD разработано в рамках масштабной программы, где в каждом продукте учтена специфика конкретной технологии прокладки трубопроводов исходя из результатов анализа мировой практики. Это позволило свести к минимуму адаптацию технологии нанесения покрытия на стройплощадке независимо от уровня сложности стоящих перед подрядчиками задач. ■

## Свойства материала

Свойство	Единица измерения	Типичное значение	Норма	
Толщина слоя	мм	≥ 1,5	ISO 2808	
Класс нагрузки	-	класс В, тип 3	DIN EN 10290	
Постоянная рабочая температура	°C	от -20 до +80	DIN EN 10290	
Беспористость при 8 кВ/мм (макс. 20 кВ)	-	выполнено	DIN EN 10290	
Ударостойкость	Дж/мм	23 °C	≥ 5	DIN EN 10290
		-5 °C	≥ 3	
Сопротивление вдавлению	мм	23 °C	0,1	DIN EN 10290
		80 °C	29	
Гибкость	-	23 °C	выполнено	DIN EN 10290
		0 °C	выполнено	
Удлинение при разрыве	%	18	DIN EN 10290	
Сопротивление покрытия	Ω · м <sup>2</sup>	23 °C, 100 дней	1,5 · 10 <sup>10</sup>	DIN EN 10290
		80 °C, 30 дней	1,1 · 10 <sup>5</sup>	
Прочность схватывания (X-срез)	мм	23 °C	< 1 мм (класс 1)	DIN EN 10290
		80 °C	< 3 мм (класс 3)	
		после хранения в H <sub>2</sub> O (80 °C, 100 ч)	≤ 1 мм (класс 1)	
Адгезия к металлу	Н/мм <sup>2</sup>	23 °C	15	EN 24624
		80 °C	2	
Сопротивление сдвигу	Н/см <sup>2</sup>	на стали	> 400	DIN EN 12068
		на ПЭ или ПП	50	
Адгезия к металлу после термического старения	Н/мм <sup>2</sup>	21	DIN EN 10290	
Катодное отслаивание	мм	23 °C, 30 дней	≤ 2,5	DIN EN 10290
		60 °C, 2 дней	≤ 2,5	
Твердость по Шору D	-	5 °C	75	ISO 868
		20 °C	73	
		40 °C	59	
		70 °C	36	
Плотность	г/см <sup>3</sup>	ок. 1,3	-	

Представитель в РФ:

ООО «СМУ-Изоляция»

Ул. Московская 97

350000 Краснодар

Тел.: +7-8612930101

Факс: +7-8612930101

Эл. почта: mail@smuizol.ru

www.smuizol.ru