



Умеркин Г.Х., д.т.н., Семенова Е.С. ОАО «ВНИПИэнергопром», Мишин М. Е.

При получении интегральной структуры ППМ изоляции необходимо за один технологический цикл, в пределах объема одного изделия сформировать пористую сердцевину изделия, не отличающуюся от обычного пенопласта и уплотненную структуру в краевых зонах изделия [1].

При этом уплотненная структура (корка) не должна содержать трещин, изломов и других поверхностных дефектов. Одновременно должна быть решена задача постепенного перехода одной структуры в другую.

При решении этих задач следует учитывать большое число технологических параметров, определяющих структуру и свойства данного материала, градиенты температуры и давления, скорость испарения газообразователя, вязкость раствора, растворимость газов и т.п.

Высокая теплопроводность материала стенок формы уменьшает количество тепла, необходимого для вспенивания полимера и разложения его вблизи стенок формы.

Вследствие температурного градиента между наружным и внутренними слоями пеноматериала, выделение газовой фазы вблизи поверхности формы задерживается и краевая зона образуется в результате потери тепла в реагирующей массе, смежной со стенками формы.

Подобные объяснения, учитывающие нарушения лишь теплового баланса процесса вспенивания не являются исчерпывающими. Хотя эти эффекты действительно имеют место, они приводят к появлению более уплотненного слоя ячеек, "технологической" пленки, а не корки, имеющей регулируемую толщину и высокую плотность.

Вблизи более холодной наружной поверхности формы вязкость композиции всегда выше, чем в центре. В результате при наступлении момента вспенивания газовые пузырьки мигрируют в центр композиции, где вязкость и сопротивление среды меньше.

Существуют две причины образования поверхностной корки:

ячеистая структура сердцевины – как эффективный теплоизолятор "аккумулирует" тепло, способствуя быстрому вспениванию центральной части изделия;
в результате повышения давления, при стесненном вспенивании повышается температура кипения вспенивающего агента у стенок формы и соответственно снижается кратность вспенивания наружных частей изделия.

Необходимо минимальное количество воды, т.к. выделяющийся углекислый газ препятствует образованию монолитной зоны у поверхности формы. Значительного повышения плотности краевой зоны можно достигнуть при снижении количества воды в ППМ изоляции. В отсутствие воды связь краевой зоны и вспененной части неудовлетворительна. Изделия имеют большую усадку.



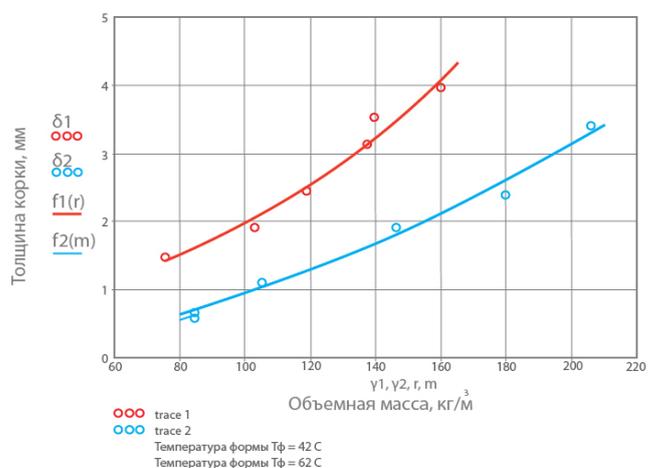
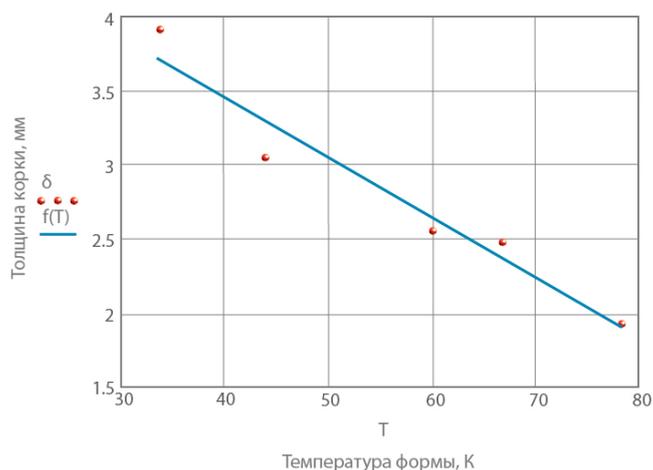


Определение закономерностей образования ППМИ

Для изучения влияния различных технологических факторов на процесс образования поверхностного слоя была использована металлическая форма прямоугольного сечения 70x70x210 мм, температуру которой варьировали в пределах 23-79°C. В этом диапазоне при неизменной концентрации вспенивающего агента плотность сердцевины образца менялась в пределах 95-318 кг/м³. Было установлено, что толщина поверхностной корки возрастает линейно при уменьшении температуры формы от 80°C до 20°C (рис. 1).

Таким образом, уменьшение температуры формы на 30°C приводило к почти двукратному увеличению толщины корки.

Более низкая температура формы снижает равновесное давление паров в пограничном слое и соответственно повышает его толщину. Кроме того, в этом случае замедляется скорость реакций отверждения и полимеризации, что также увеличивает толщину корки.





ремонтнопригодность при внешней прокладке - подлежит восстановлению на месте, экологически безопасна.

Недостатки:

высокие тепловые потери и низкая теплоизоляция; низкая стойкость антикоррозионных покрытий; невозможность бесканальной прокладки т.е. дополнительные затраты на монтаж каналов; высокий уровень трудозатрат и продолжительные сроки выполнения работ; отсутствие возможности контроля после нанесения изоляции, низкая вандалоустойчивость.

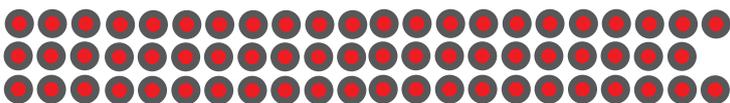
В настоящее время наиболее применима в помещениях с низкой влажностью, пожароопасных, закрытых от постороннего доступа.

ППУ изоляция заводского исполнения.

Трубы в пенополиуретановой изоляции представляют собой конструкцию, собранную по схеме «труба в трубе». Изоляция труб проводится в заводских условиях, что обеспечивает высокое качество и надежность конечной продукции за счет соблюдения параметров технологического процесса и аппаратных методов контроля качества. При выполнении теплоизоляции жидкие компоненты пенополиуретана, впрыскиваются под давлением в пространство между стальной внутренней трубой и полиэтиленовой наружной изоляцией. Большое значение имеет точное соблюдение пропорций компонентов ППУ. Компоненты застывают в межтрубном пространстве, принимая форму защитной ППУ теплоизоляции. Адгезия, т.е., сцепление разнородных тел в местах контакта поверхностей, обеспечивается предварительной обработкой стальной трубы дробеструйной установкой. Это позволяет снять с поверхности стальной трубы окалину и ржавчину. После этого на трубу наносится специальное покрытие. Адгезию с полиэтиленовой оболочкой обеспечивает коронарный электрический разряд на материале. Применение защитной оболочки из полиэтилена производится в случае подземной прокладки трассы и использование защитной оболочки из оцинкованной стали для надземной прокладки трассы. Так же изготавливается весь спектр фасонных изделий и запорной арматуры в ППУ. Все изделия производятся в заводских условиях высококвалифицированными специалистами на современном оборудовании.

Преимущества:

В них сочетаются эластичность и, в то же время, твердость, которые дают широкий диапазон использования; Низкий коэффициент теплопроводности (0,027 ват/мк); Долговечность и надежность службы 25-30 лет; Высокая технологичность на современном оборудовании; устойчивость против коррозии; Биологически нейтральна, химически стойка к воздействию слабых кислот и щелочей, морской воды и действию микроорганизмов, плесени, гниению; Низкое водопоглощение; За счет наличия системы ОДК, контроль целостности трубы во время эксплуатации осуществляется без проведения земляных работ; Трубы в ППУ изоляции могут эксплуатироваться при температуре окружающей среды от -80°C до +130°C;





Минимальная глубина при бесканальном способе прокладки принимается в пределах 0,5 - 0,7 м от поверхности грунта. Максимальное залегание тепломагистрали рассчитывается, исходя из условия соблюдения прочности конструкции. Обычно оно не превышает 3 м. Имеется возможность вариации толщиной слоя изоляции для учета требований различных климатических условий, это использование более толстого слоя изоляции для северных районов страны. Возможность бестраншейной прокладки.

Недостатки:

Исходя из того же национального доклада «Теплоснабжение Российской Федерации. Пути выхода из кризиса.»: «Качество ППУ-труб большинства предприятий-изготовителей ниже всякой критики, качество строительства еще ниже, система контроля влажности изоляции (единственный источник правдивой информации о качестве строительства и эксплуатации) почти не применяется. В итоге трубопроводы в ППУ, эксплуатируемые в других странах по 30 - 50 лет, у нас часто начинают выходить из строя на 2 - 4-й год эксплуатации.» Также к недостаткам следует отнести: сложность выполнения заливки стыков и использования для этого специального оборудования; имеют место серьезные нарушения целостности изоляции при погрузочно-разгрузочных работах, на местах хранения и монтажа трубопроводов, в связи с низкой квалификацией персонала, что приводит к необходимости замены труб т.к. требуется заводской ремонт, если трубы не закопают с нарушенной изоляцией; требуется специальная подготовка поверхности траншеи перед укладкой труб ППУ для устранения возможности разрушения изоляции; При хранении и транспортировке необходима защита труб в ПЭ трубе и особенно краев изоляции от ультрафиолетового и механического воздействия; Невозможен контроль качества непосредственно изоляции; Высокие затраты на организацию (50-60 млн.руб.) и ведение производства в заводских условиях (высокий уровень амортизации сложного оборудования и высокооплачиваемые квалифицированные кадры); низкая вандалоустойчивость и пожаростойкость.

Полиминеральная (ППМ) заводского исполнения.

Теплоизоляция труб ППМИ - это разработка российских ученых. При выполнении теплоизоляции смесь жидких компонентов пенополиуретана и неорганического зернистого материала (песок, щебень, крошка и др.), заливается равномерно между разъемной формой и изолируемой трубой. Вспененный материал легко заполняет свободное пространство и затвердевает. Труба с изоляцией легко удаляется из формы за счет применения слоя покрытия. Дозирование материалов обеспечивается весовым или объемным методом. Контроль изоляции на трубах доступный по всей длине - визуальный, по твердости внешней корки и другим показателям на образцах взятых непосредственно из покрытия, при этом трубы не бракуются а легко восстанавливаются. Весь необходимый набор фасонных изделий и запорной арматуры изготавливается в ППМИ по специальным формам. Прочность адгезионной связи материал трубы - изоляция определен системой применяемых компонентов и не требует использования антикоррозионной защиты.





Преимущества:

В связи с использованием полиуретановых композиций все свойства труб в ППМ изоляции близки к трубам в ППУ, и обладают всеми ранее перечисленными положительными качествами. Однако имеются ряд технологических особенностей позволяющих рассматривать ППМИ как не просто конкурент, а даже более предпочтительный вариант.

Затраты на организацию производства 6-12 млн.руб., простота оборудования и производства работ в заводских условиях (низкий уровень амортизации оборудования и небольшой объем неквалифицированной работы);

Изолирование стыков в полевых условиях не требует специального оборудования и оснастки, при использовании простейшей оснастки изоляция на местах сварных стыков не отличается от заводской, полученной на трубе;

При получении значительных дефектов изоляции в результате операций перемещения и монтажа труб в ППМИ, все ремонтные работы производятся в полевых условиях.

Высокая вандалоустойчивость при работе (транспортировке и монтаже) с трубами в ППМИ связана с высокой прочностью поверхностного слоя и отсутствием оцинкованного покрытия;

Отсутствует необходимость в системе ОДК для постоянного контроля за увлажнением ППМ изоляции, что существенно снижает затраты на эксплуатацию.

Суммарные затраты на приобретение элементов теплопроводов в ППМИ совместно с затратами на строительные-монтажные работы при их прокладке на 20-25% меньше, чем аналоги в ППУ изоляции.

Недостатки:

При наземной прокладке необходима защита от воздействия ультрафиолетовых лучей с помощью кремний органических или фасадных акриловых красок, Низкая пожаростойкость, Необходимость укрытия при хранении перед подземной прокладкой от длительного воздействия ультрафиолетовых лучей.





Трубы Изопрофлекс.

Разработаны и предложены к производству швейцарской фирмой Brugg Rohrsysteme. В России, они получили название Изопрофлекс. Конструкция этой трубы состоит из нескольких слоев. Внутренний слой выполнен из молекулярно-сшитого полиэтилена и имеет назначение напорной трубы для передачи по ней нагретой жидкости. Трубы изопрофлекс способны работать с жидкостью, нагретой до +95 градусов Цельсия. Внешняя поверхность напорной трубы армирована кевларовой нитью, что позволяет повысить допустимое давление проходящей по трубе жидкости. Следующий слой трубы Изопрофлекс - утеплитель из пенополиуретана и последний, внешний, слой - полиэтилен, представляющий собой гидрозащитную пленку. При прокладке труб в траншее очень легко преодолевать различные изгибы и препятствия на пути, так как трубы Изопрофлекс обладают достаточно высокой гибкостью. Основное применение - внутриквартальная разводка сетей горячего водоснабжения.

Труба Касафлекс отличается тем, что внутренняя напорная часть ее выполнена не из пластика, а из нержавеющей стали, тонкостенной и гофрированной. Это позволило увеличить допустимое рабочее давление до 20 атм и температуру до +135 градусов Цельсия. Касафлекс применяется именно в тех областях, где необходимы такие давление и температура. Обладая малыми гидравлическими потерями, низким гидравлическим трением теплоносителя, высокой долговечностью и прочими многими положительными моментами, делают трубы Касафлекс экономически гораздо более эффективными по сравнению с традиционными трубами, используемыми для аналогичных целей. Основное применение - внутриквартальная разводка сетей отопления или водоснабжения. Срок службы труб Касафлекс около 50 лет.

Недостатки:

Выпуск ограничен максимальным внутренним диаметром 160 мм;

стоимость труб и комплектующих изделий выше, чем изделий изолированных ППУ в 2-4 раза;

при выполнении стыков используется специальное оборудование и расходная оснастка (гидравлический пресс, мастичная лента, промышленный фен или горелка и др.);

при выполнении стыков требуется квалифицированные специалисты;

при прокладке укладывать на песчаную подушку для исключения разрывов оболочки;

обязательное наличие системы ОДК;

наличие сварочных работ на стыках;

необходимо выполнять мероприятия защищающие от повреждения внешней полиэтиленовой трубы при размотке бухты;

все работы выполняются в ручную;





ПолимерТехИнвест

Анализ современных видов изоляции трубопроводов

Необходимость укрытия при хранении перед подземной прокладкой от длительного воздействия ультрафиолетовых лучей.

Необходимо отметить тот факт, что все данные технологии изоляции труб соответствуют требованиям ГОСТов, СНиП и других нормативных документов по сертификатам соответствия. Выбор изоляции при разработке проекта тепловых сетей должен быть основан на расчетах тепловых потерь, условиях эксплуатации, климатическими условиями, характеристики грунтов, экономическим обоснованием варианта. Комплектная поставка всех элементов в изолированном виде на трассу позволяет уменьшить объем строительного-монтажных работ и свести все только к сварке, просветке стыков, их изоляции, специальные материалы для которой также поставляются. Широкомасштабное применение аналогичных конструкций в странах Западной Европы позволило на 25% сократить потери тепла и при росте количества потребителей снизить его отпуск.

