



**Обзор существующих стандартов на  
внутренние антикоррозионные покрытия  
труб и фасонных изделий, проблема  
обеспечения стабильности качества  
выпускаемой продукции**



# Расхождения в международных стандартах и регламентах предприятий

## Требования к материалу

Технические условия

ЗАО «УПоРТ» - ТУ 1390-003-52534308-2008

ООО «ЮКОРТ» - ТУ 139000-012-01297858-01

ООО «Предприятие «Трубопласт» - ТУ 1381-012-00154341-02

| Параметр                   | API 5L7  | NACE SP0191 | УпоРТ | Юкорт        | Трубопласт |
|----------------------------|--|-------------|-------|--------------|------------|
| Состав                     | ИК-спектроскопия                                   | -           | -     | -            | -          |
| Плотность                  | Пикнометрия  | -           | -     | -            | -          |
| Размер частиц              | Не более 0,1% (<250 мкм)                           | -           | -     | -            | -          |
| Жизнеспособность           | Определяется                                       | -           | -     | Определяется | -          |
| Время гелеобразования      | Нагревают до вязкой массы                          | -           | -     | -            | -          |
| Время отверждения          | ДСК<br>(дифференциальная сканирующая калориметрия) | ДСК         | -     | По ГОСТ19007 | -          |
| Температура стеклования    | ДСК  | -           | -     | -            | -          |
| Тепловой эффект реакции    | ДСК  | -           | -     | -            | -          |
| Влагосодержание            | Титрование реагента Карла Фишера                   | -           | -     | -            | -          |
| Содержание летучих веществ | Выдержке в вакууме                                 | -           | -     | -            | -          |



# Расхождения в международных стандартах и регламентах предприятий Приемо-сдаточные испытания

| Параметр                            | API 5L7                                | NACE SP0191   | УпоРТ                                | Юкорт                     | Трубопласт                |
|-------------------------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Толщина покрытия                    | Все трубы                              | 1 труба от партии   | Все трубы                            | Все трубы                 | 2 трубы от партии         |
| Диэлектрическая сплошность          | Методы искрового пробоя и мокрой губки | Метод искрового пробоя ( $d > 760$ мкм), мокрой губки ( $d < 250$ мкм), оба метода (250-760 мкм). | Метод мокрой губки ( $d > 760$ мкм). | Метод искрового пробоя    | Метод искрового пробоя    |
| Внешний вид                         | Все трубы                              | Все трубы   | Все трубы                            | Все трубы                 | Все трубы                 |
| Адгезия                             | ASTM D1002 или отрыв "грибка"          | Отрыв полос   | Метод V-образного надреза            | Метод X-образного надреза | Метод решетчатых надрезов |
| Степень полимеризации               | -                                      | ДСК   | -                                    | -                         | -                         |
| Катодное отслоение как мера адгезии | 48 часов при температуре 66°C          | -   | -                                    | -                         | -                         |
| Сопротивление изгибу                | Цилиндрическое изгибание               | -   | -                                    | -                         | -                         |



# Расхождения в международных стандартах и регламентах предприятий

## Периодические испытания

| Параметр                         | API 5L7  | NACE<br>SP0191 | УпоРТ  | Юкорт  | Трубопласт   |
|----------------------------------|--|----------------|--|--|--|
| <b>Выполняют все предприятия</b> |  |                |  |  |  |
| Адгезия                          | Метод отрыва<br>"грибка"   | -              | Методом V-образного надреза<br>после термоциклирования и<br>выдержки в среде   | Метод X-образного надреза  | Метод<br>решетчатых<br>надрезов после<br>выдержке в воде<br>и 3% р-ре NaCl |
| <b>Выполняют УпоРТ и Юкорт</b>   |  |                |  |  |  |
| Сопротивление к<br>истиранию     | Прибор Taber<br>Abraser  | -              | Установка "Анкор-ГИ1"  | Прибор Taber Abraser   | -  |
| Сопротивление<br>изгибу          | Цилиндрически<br>й изгиб   | -              | Поперечный изгиб с заданной<br>стрелой прогиба после<br>термоциклирования и выдержки<br>р-ре NaCl  | ИСО 1519 или ГОСТ 6806   | -  |
| Химическая<br>устойчивость       | 90 дней в воде,<br>10% р-ре NaCl,<br>HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> и<br>HF | -              | Внешний вид после 3% р-ра<br>NaCl и обезвоженной нефти<br>(1000 ч при 60°C),<br>электропроводимость после 3%<br>р-ра NaCl (70, 100 сут. 60°C).<br>Относительное удлинение в<br>среде NACE (раствор А, NACE<br>ТМО177-96) | 3% р-р NaCl (1000ч при 20°C, 40°C, 60°<br>С) - внешний вид, адгезия,<br>относительное удлинение при разрыве<br>и пористость. Сырая нефть (1000ч при<br>60°C) - внешний вид, адгезия,<br>относительное удлинение при разрыве,<br>твердость по Бухгольцу |  |



# Расхождения в международных стандартах и регламентах предприятий

## Периодические испытания

| Параметр                                   | API 5L7  | NACE<br>SP0191 | УпоРТ                      | Юкорт  | Трубопласт |
|--|--|----------------|----------------------------|--|------------|
| Шероховатость поверхности                  | -  | -              | Методика в ТУ и ISO 8503-1 | -  | -          |
| Автоклавный тест                           | CO <sub>2</sub> (5%) + H <sub>2</sub> S (0,5%) + CH <sub>4</sub> (94,5%), P = 14 МПа, 93 °С (20 ч) | -              | -                          | 5% NaCl + 0,5% CH <sub>3</sub> COOH, H <sub>2</sub> S 400 мг/л, P = 30 атм, 60°С в течении 1000ч - внешний вид, адгезия и пористость | -          |
| Пористость                                 | -  | -              | -                          | ГОСТ 9.409   | -          |
| Внешний вид                                | -  | -              | -                          | ГОСТ 9.032   | -          |
| Относительное удлинение пленки при разрыве | -  | -              | -                          | ГОСТ 18299   | -          |
| Водопоглощение                             | -  | -              | -                          | ГОСТ 21513   | -          |
| Термоциклирование                          | -  | -              | -                          | ГОСТ 27037   | -          |
| Стойкость к влажности                      | -  | -              | -                          | ИСО 6270   | -          |
| Стойкость к термостарению                  | -  | -              | -                          | ИСО 3248   | -          |
| Стойкость к воздействию пара               | 48 ч при 75 °С   | -              | -                          | -  | -          |
| Диэл. сплошность                           | -  | -              | -                          | ASTM G62   | -          |
| Пенетрация                                 | ASTM G17   | -              | -                          | -  | -          |
| Соляной туман                              | ASTM B117  | -              | -                          | -  | -          |
| Катодное отслоение                         | 48 ч при U=1,5 В   | -              | -                          | -  | -          |





## Причины возникновения брака в процессе производства

1. Нарушение технологии нанесения покрытия;
2. Плохая подготовка поверхности детали;
3. Некачественный полимерный материал (ИК-спектроскопия, термогравиметрический анализ, микроскопия).

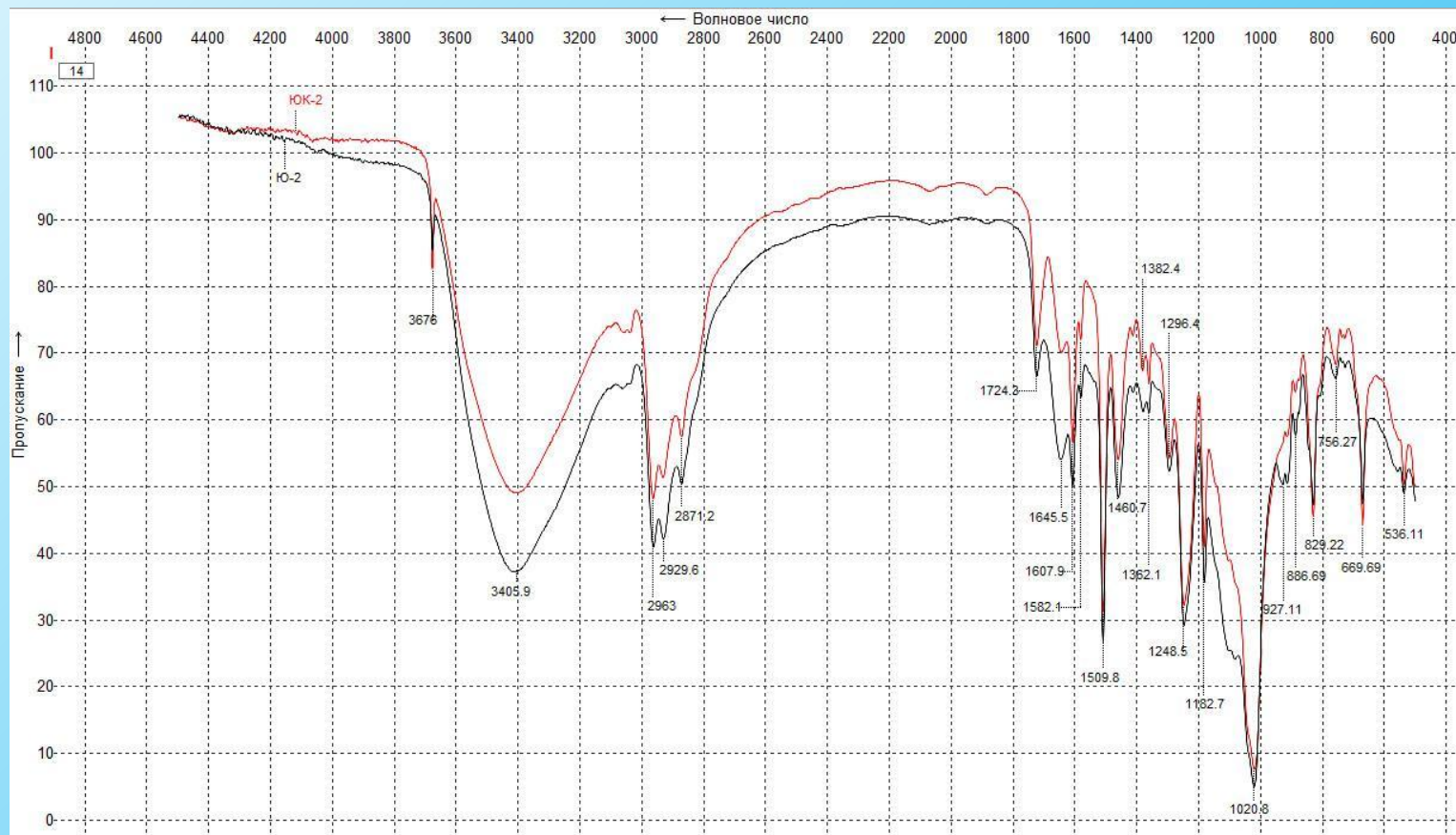




# Основные причины деструкции полимерных материалов

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Внутренние</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Химический состав и регулярность строения макромолекул;</li><li>2. Вид и количество примесей, содержащихся в полимере;</li><li>3. Тип, строение и степень совершенства надмолекулярной структуры;</li><li>4. Способы распределения внутренних напряжений;</li><li>5. Дефекты в структуре покрытия (трещины, пустоты и т.п.);</li><li>6. Природа вводимых добавок (наполнитель, стабилизатор, пластификатор и т.п.) и их количество ;</li><li>7. Распределения добавок по всему объему покрытия их размеры и форма частиц.</li></ol> |
| <b>Внешние</b>    | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Температура окружающей среды и ее колебания;</li><li>2. Вода;</li><li>3. Химически и физически активные жидкие и газообразные среды;</li><li>4. Световое излучение;</li><li>5. Ионизационное излучение;</li><li>6. Механические нагрузки (статические и динамические);</li><li>7. Электрические поля (постоянные и переменные);</li><li>8. Микроорганизмы.</li></ol>  |

# ИК- спектроскопия внутреннего антикоррозионного покрытия ТРЭШ-ТР до и после эксплуатации (1 год)





# Дифференциально-термический анализ для внутреннего покрытия ТРЭПП-ТР до и после эксплуатации (1 год)



а) до деструкции



б) после деструкции



## Виды испытаний, которые предлагает проводить ЗАО «НПЦ «Самара»»

**Входной контроль материалов и труб**

**Приемо-сдаточные испытания**

**Периодические испытания и аттестационные испытания**

**Моделирование воздействий, которые возможны при транспортировке, хранении и строительстве**

**Моделирование воздействий возможных при эксплуатации**

# 1. Приемо-сдаточные испытания:

- а) Визуальный осмотр (отсутствие трещин, расслоений, вздутий, пузырей, чрезмерной волнистости);
- б) Диэлектрическая сплошность;
- в) Адгезия (метод отрыва «грибка»);
- г) Толщина.
- д) Степень полимеризации



## 2. Периодические испытания

### Контролируемые параметры до и после лабораторных воздействий

#### Исследования до воздействий:

- а) Визуальный осмотр;
- б) Диэлектрическая сплошность;
- в) Адгезия;
- г) Толщина;
- д) ИК-спектроскопия;
- е) Твердость;
- ж) Пористость;
- з) ДТА или ТГА.

#### Исследования после воздействий:

- а) Визуальный осмотр;
- б) Диэлектрическая сплошность;
- в) Адгезия;
- г) Толщина;
- д) ИК-спектроскопия;
- е) Твердость;
- ж) Пористость;
- з) ДТА или ТГА.



## 2. Периодические испытания

### **Моделирование воздействий, которые возможны при транспортировке, хранении и строительстве**

1. *Сопротивление прямому удару;*
2. *Сопротивление изгибу;*
3. *Стойкость к термостарению, при максимальной температуре хранения в течение 1000 часов, с последующей оценкой внешнего вида, диэлектрической сплошности, адгезии, толщины, стойкости к прямому удару и изгибу;*
4. *Стойкость к термоциклированию с последующей оценкой внешнего вида, диэлектрической сплошности, адгезии, толщины, стойкости к прямому удару и изгибу;*

## Моделирование воздействий на покрытия в процессе эксплуатации

1. Абразивный износ;
2. Декомпрессия;
3. Выдержка в 3% растворе NaCl в течении 1000 часов при максимальной температуре эксплуатации;
4. Автоклавный тест (t, pH, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, агрессивная среда).





# ВЫВОДЫ:

1. Ни один из общеизвестных стандартов не охватывает весь спектр методов необходимый для обеспечения надежного контроля качества антикоррозионных полимерных покрытий.
2. Отсутствуют стандарты, регламентирующие методы и порядок расследования причин разрушения покрытий. В сертификатах качества на покрытия отсутствует информация (состав покрытия и наполнителя, ИК-спектры, ДТА), необходимые для идентификации материала и оценки степени его деструкции.
3. Используемые различными изготовителями методы испытаний покрытий существенно различаются между собой. В результате невозможно корректно сравнить эксплуатационные свойства покрытий различных поставщиков.
4. Ни один из известных поставщиков не предоставляет обоснованной информации по ресурсу покрытий.
5. Существует необходимость в разработке единой системы стандартизации, основанной на наиболее современных, надежных и достоверных методах инспекции полимерных материалов и покрытий на их основе.