УДК 667.613.3

А.Л. Шутова, доц., канд. техн. наук;
Н.Р. Прокопчук, проф., д-р хим. наук,
Е.Н. Сабадаха, ст. преп., канд. техн. наук, А.Н. Потапчик, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Выбор типа защитных антикоррозионных покрытий для трубопроводов тепловых сетей должен производиться по максимальной температуре теплоносителя с учетом способа прокладки тепловых сетей, вида тепловой изоляции, состояния защищаемой поверхности труб, располагаемых технологий ее подготовки и условий нанесения покрытия. Для климатических условий Республики Беларусь при выборе защитных антикоррозионных покрытий необходимо руководствоваться информацией, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы, влияющие на выбор лакокрасочных материалов для защиты наружной поверхности труб тепловых сетей

Наименование фактора	Значения
Способ прокладки трубопроводов	канальная прокладка
Максимальные температуры теплоносителя	105°С / 24 ч / 1 год 120°С / 12 ч / 5 лет
Тип теплоизоляции конструкции	стекловата
Материал труб	сталь 20, 17ГС
Способ нанесения лакокрасочных материалов	кисть, валик, безвоздушное распыление
Условия проведения окрасочных работ	окраска в полевых условиях

Испытания защитных антикоррозионных покрытий для подземных трубопроводов проводят по ускоренной программе, в которой продолжительность их сокращена за счет проведения их при более жестких, чем эксплуатационные, режимах по температуре, влажности и другим факторам. Это позволяет в относительно короткий срок оценить защитные свойства покрытий, сопоставить и отобрать наиболее эффективные из них, способные в течение длительного времени сохранять защитные свойства в эксплуатационных условиях.

Лакокрасочные покрытия для трубопроводов тепловых сетей должны обладать высокими защитными свойствами и сохранять их в условиях эксплуатации при воздействии следующих факторов: тепло, влага, одновременное воздействие тепла и влаги, агрессивные среды. Поэтому основными критериями оценки пригодности лакокрасочных покрытия для защиты трубопроводов являются термостойкость, термовлагостойкость, стойкость к статическому воздействию агрессив-

ных сред и способность сохранять физико-механические свойства покрытий на определенном уровне после воздействия вышеперечисленных факторов.

В основу расчета режима испытаний на термостойкость положен наиболее распространенный график работы водяных тепловых сетей 120/70°С. В Республике Беларусь продолжительность работы водяной тепловой сети с максимальной температурой теплоносителя 105°С составляет, в среднем около 24 ч в год, также во время проведения диагностических работ 1 раз в 5 лет температуру теплоносителя поднимают до 120°С на 12 ч. За период нормативного срока службы тепловой сети, равного 25 годам, продолжительность работы тепловой сети с максимальной температурой теплоносителя 105°С составляет 300 ч. Для ужесточения условий испытаний защитного покрытия на термостойкость продолжительность испытаний принята на 25% больше – 375 ч, а температура равной 120°С. На рисунке 1 приведен график изменения температур при испытаниях на термостойкость (недельный цикл).

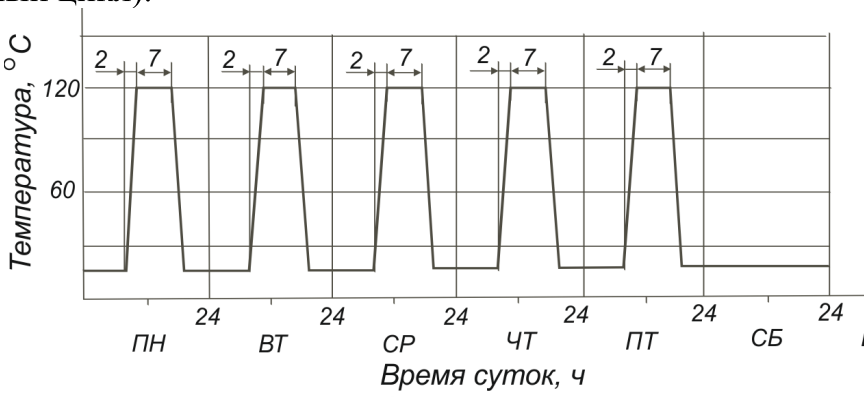
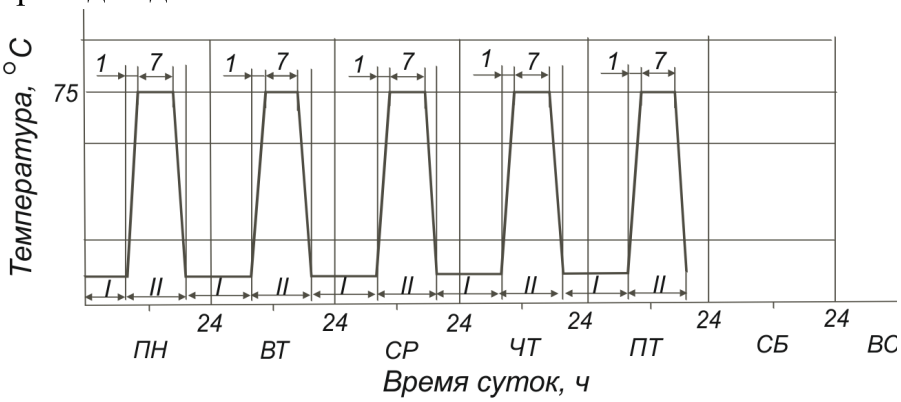


Рисунок 1 – Недельный график изменения температуры при испытаниях на термостойкость

Продолжительность испытаний защитного покрытия на термовлагостойкость определяется из расчета двух полных увлажнений тепловой изоляции в год (это соответствует весеннему и осеннему периодам работы тепловой сети), что за расчетный срок службы тепловой сети, принятый равным 25 годам, составляет 50 циклов «увлажнение-сушка». При испытаниях продолжительность одного цикла увлажнения и последующего высыхания тепловой изоляции, нанесенной на образец, принята равной одному дню. Полное увлажнение тепловой изоляции на моделях труб достигается погружением образцов в сосуды с водой, после чего предусмотрена сушка покрытий в течение 7 ч в соответствии с графиком (рисунок 2). Для испытаний на термовлагостойкость принята температура 75°С, при которой в условиях

подземных прокладок тепловых сетей скорость коррозии стальных трубопроводов достигает максимального значения.



I – период увлажнения, *II* – период сушки

Рисунок 2 – Недельный график изменения температуры при испытаниях на термовлагостойкость

Лакокрасочные покрытия должны защищать поверхность труб от воздействия различных агрессивных сред: вода, кислый раствор pH = 2,5, щелочной раствор pH = 10,5, 3%-ый и 9%-ый раствор хлорида натрия.

До и после полного цикла ускоренных испытаний защитное антикоррозионное покрытие должно сохранять физико-механические показатели на следующем уровне: сплошность – 100%; прочность при ударе – не ниже 30 см; адгезия – не более 2 баллов; водопоглощение – не более 0,6% после 120 ч нахождения в воде.

С целью подбора лакокрасочных материалов для окрашивания трубопроводов тепловых сетей по разработанной программе оценено более 20 образцов лакокрасочных материалов на основе алкидных, полиуретановых, эпоксидных и органосиликатных пленкообразователей. Лакокрасочные материалы и системы покрытий на их основе, характеризующиеся наилучшими защитными свойствами, представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Наименование лакокрасочных материалов и состав систем покрытий

№ ЛКМ	Наименование материала	№ системы
1	грунтовка акриловая Рем-Крил 2К АК-0606	С1
2	эмаль полиуретановая Рем-Пур 2К УР-1604	
3	грунт-эмаль «ИЗОЛЭП-mastic»	С2
4	эпоксидная краска HEMPADUR 15570	С3
5	эпоксидная грунтовка TEKNOPLAST PRIMER 7 MIOX	С4
6	эпоксидная краска INERTA MASTIC MIOX	С5

Время высыхания лакокрасочных материалов определяет производительность окрасочных работ и время, через которое можно про-

водить теплоизоляцию окрашенной поверхности. Образцы ЛКМ № 1, № 2, № 5 достигают 1 степени высыхания достаточно быстро (менее 1 ч).

Таблица 3 – Результаты испытаний по ускоренной программе лакокрасочных материалов и систем покрытий

Наименование показателя	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Время высыхания при (20±2)°С до 1 степени, ч, не более	0,33	0,8	3	1,5	0,9	1,3
Физико-механические свойства до (после) термообработки при 120°С в течение 375 ч:						
прочность при ударе, см, не менее	100 (60)	50 (35)	35 (20)	40 (30)	50 (15)	35 (20)
адгезия, балл, не более	1 (2)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (2)
водопоглощение, %, не более	0,8 (2,0)	0,6 (1,7)	1,1 (2,7)	0,5 (0,5)	0 (1,4)	0,5 (0,2)
Термовлагостойкость, циклы						
– ЛКМ	10	25	28	50	50	50
– систем покрытий	50		50	50	50	50
Стойкость систем покрытий к статическому воздействию агрессивных сред при (20±2)°С, сут						
– вода	30		90	90	90	90
– 3% раствор NaCl	90		90	90	90	90
– 9% раствор NaCl	85		90	70	90	90
– раствор HCl (pH=2,5)	1		90	90	90	90
– раствор NaOH (pH=10,5)	70		13	90	90	90

В процессе термообработки при 120°С в покрытиях происходят различные физические и химические процессы: испарение остаточных растворителей, продолжение химического отверждения и последующая деструкция и т.д., которые влияют на физико-механические свойства покрытий. Через 375 ч термообработки водопоглощение только покрытий №4 и №6 составляло менее 0,6%, а прочность при ударе покрытий №1, №2, №4 соответствовала необходимым требованиям. Адгезия всех исследуемых покрытий осталась на допустимом уровне.

Лакокрасочные материалы № 1, № 2, № 3 показали неплохую термовлагостойкость, которая увеличивается в 2 раза при использовании их в виде двухслойных покрытий. Система покрытий С1 не защищает поверхность от воздействия кислых растворов, а С2 – щелочных.

Лакокрасочные материалы № 4, № 5, № 6 характеризуются наилучшей стойкостью к статическому воздействию агрессивных сред, так и к одновременному воздействию тепла и влаги как в однослойных покрытиях, так и двуслойных (систем покрытий). Следовательно, именно эти лакокрасочные материалы обеспечат максимальную защиту трубопроводов тепловых сетей.