

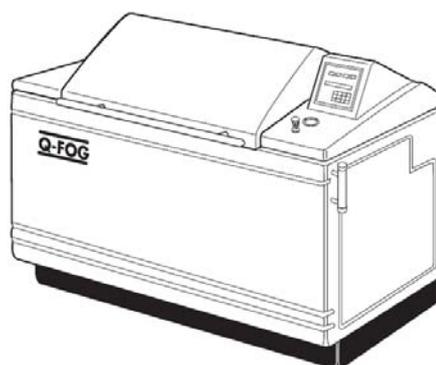
## Общие сведения о циклических испытаниях на коррозионную стойкость

Настоящий документ содержит общую информацию о циклических испытаниях на коррозионную стойкость (Cyclic Corrosion Testing, CCT). В нем изложено логическое обоснование необходимости циклических испытаний, представлены некоторые рекомендации по их проведению и пояснения по некоторым общим циклам и сферам применения CCT. Настоящий документ не является полным, исчерпывающим руководством по циклическим испытаниям на коррозионную стойкость. Более подробная информация представлена в соответствующей технической документации.

### Историческая справка

Солевой туман был впервые использован для проведения коррозионных испытаний приблизительно в 1914 г. В 1939 г. метод проведения испытаний с использованием нейтрального солевого раствора был закреплен стандартом ASTM B117<sup>1</sup>. Данный метод предполагает длительное воздействие солевого тумана 5%-ной концентрации при температуре 35°С. За последние 80 лет данный метод претерпел многочисленные изменения. Несмотря на это, на протяжении многих лет повсеместно признавалось, что результаты испытаний методом «солевого тумана» не вполне соответствуют поведению коррозии в естественных природных условиях. Тем не менее, метод B117 был принят в качестве стандартного метода испытаний на стойкость к коррозии и до сих пор широко используется для испытаний окрашенных и гальванизированных покрытий, компонентов военного назначения и деталей электрооборудования.

В связи с необходимостью улучшения защиты от коррозии инженеры и ученые пытались разработать методы испытаний для более точного прогнозирования воздействия коррозии на материалы. В 60-х и 70-х годах XX века в Англии Харрисон и Тиммонс<sup>2,3</sup> разработали метод Prohesion<sup>TM</sup>, который оказался особенно полезным для испытания ремонтных покрытий, используемых в промышленных условиях. Немного позднее изучением методов циклических испытаний для их применения в автомобильной промышленности стало активно заниматься Общество автомобильных инженеров (SAE) и Американский институт чугуна и стали (AISI). Они достигли значительных успехов, которые отражены в ряде документов.<sup>4, 5, 6, 7, 8, 9, 10</sup> Японские исследователи также разработали несколько методов проведения циклических испытаний на коррозионную стойкость.



### Что представляют собой циклические испытания на коррозионную стойкость?

Циклические испытания на коррозионную стойкость задумывались как наиболее удобный в практическом смысле способ проведения испытаний в солевом тумане, нежели традиционный метод воздействия в стационарном режиме. Поскольку в естественных природных условиях материалы обычно подвергаются воздействию как влажных, так и сухих сред, представляется обоснованным организовать такие лабораторные экспресс-испытания по аналогии с естественными циклическими условиями. Результаты исследований показали, что относительная скорость образования коррозии, ее структура и морфология, полученные в ходе циклических испытаний на коррозионную стойкость, более приближены к естественным показателям. Следовательно, циклические испытания обычно более коррелируют с естественными условиями, чем традиционные испытания в солевом тумане. Они эффективны для оценки многочисленных механизмов коррозии, включая такие ее виды, как общая, электрохимическая и щелевая.

1. ASTM B117, Метод испытаний в солевом тумане.
2. Cremer, N.D., "Prohesion Compared to Salt Spray and Outdoors: Cyclic Methods of Accelerated Corrosion Testing," Federation of Societies for Coatings Technology, 1989 Paint Show.
3. Timmins, F.D., "Avoiding Paint Failures by Prohesion," Journal Oil & Colour Chemists Assoc., Vol. 62, No. 4, p. 131 (1979).
4. M. L. Stephens, "SAE ACAP Division 3 Project: Evaluation of Corrosion Test Method," Paper No. 892571, Automotive Corrosion and Prevention Conference Proceedings, P-228, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA (1989), pp. 157-164.
5. H. E. Townsend, "Status of a Cooperative Effort by the Automotive and Steel Industries to Develop a Standard Accelerated Corrosion Test," Paper No. 892569, *ibid.*, pp. 133-145.
6. F. Blekkenhorst, "Hoogovens' Contribution to AISI Program, Accelerated Corrosion Testing: A Cooperative Effort by the Automotive and Steel Industries," Paper No. 892570, *ibid.*, p. 147-156.
7. M. Petschel, Jr., "SAE ACAP Division 3 Project: Evaluation of Corrosion Test Results and Correlation with Two-Year, On-Vehicle Field Results," Paper No. 912283, Automotive Corrosion and Prevention Conference Proceedings, P-250, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA (1989), pp. 179-203.
8. R. J. Neville, W.A. Schumacher, D.C. McCune, R.D. Granata and H. E. Townsend, "Progress by the Automotive and Steel Industries Toward an Improved Laboratory Cosmetic Corrosion Test," Paper No. 912275, *ibid.*, pp. 73-98.
9. F. Blekkenhorst, "Further Developments Toward a Standard Accelerated Corrosion Test for Automotive Materials," Paper No. 912277, *ibid.*, pp. 99-114.
10. D. D. Davidson and W. A. Schumacher, "An Evaluation and Analysis of Commonly Used Accelerated Cosmetic Corrosion Tests Using Direct Comparisons with Actual Field Exposure," Paper No. 912284, *ibid.*, pp. 205-220.

Циклические испытания на коррозионную стойкость предназначены для выявления повреждений, типичных для вида коррозии, встречающегося при воздействии естественных сред. При проведении ССТ испытаний образцы подвергаются воздействию различных сред на протяжении нескольких циклов. В рамках обычных испытаний, таких как тест Prohesion, чередуется воздействие солевого тумана и сушка. Более сложные методы, используемые в автомобильной промышленности, включают циклы, состоящие из многочисленных этапов, таких как погружение, увлажнение и конденсация, а также солевой туман и сушка. Изначально эти испытания предполагалось проводить вручную. Лабораторный персонал перемещал образцы из камер обработки солевым раствором в камеры влажности, затем на сушильные полки и т.д. Немного позднее для автоматизации данного процесса и снижения риска нестабильности условий были внедрены камеры с микропроцессорным управлением.

## Условия среды испытаний

При проведении циклических испытаний на коррозионную стойкость могут быть использованы приведенные ниже варианты окружающей среды.

**Комнатные условия** В отношении процессов ССТ данный термин обозначает комнатные условия лаборатории. Этот вид окружающей среды обычно применяется для обеспечения существенно замедленного изменения условий, в которых находится испытательный образец. К примеру, образец подвергли воздействию солевого раствора и оставили выдерживаться при «комнатных условиях» в течение двух часов. Фактически образец проходит очень длительный процесс сушки, находясь при этом под воздействием конкретных условий температуры и влажности.

Обычно «комнатные условия» не предполагают содержания коррозионных испарений и дымов. Движение воздуха сведено к минимуму или отсутствует. Температура воздуха обычно равна 25 ± 5 °С. Относительная влажность поддерживается на уровне 50% или ниже. Контроль и регистрация комнатных условий должны проводиться при каждом испытании.

**Условия камеры** Условия, не соответствующие комнатным, обычно называются условиями камеры. Чередование различных сред, отличных от комнатных условий, можно осуществлять, перемещая испытательные образцы из одной камеры в другую либо, в случае с автоматизированными камерами, сменяя одни условия другими.

Необходимо контролировать температуру и относительную влажность среды. По мере возможности следует использовать системы автоматизированного контроля. Температурная погрешность не должна превышать ± 3 °С.

**Условия тумана** Воздействие солевым туманом возможно при проведении испытаний с использованием камеры типа В117 или вручную в комнатных условиях лаборатории. Форсунка должна обеспечивать распыление солевого раствора в виде

тумана или водяной пыли. Обычно, помимо хлорида натрия, раствор электролита содержит другие химические вещества, позволяющие имитировать воздействие кислоты или иных агрессивных промышленных составов. На рисунке 1 показана камера в режиме тумана.

**Условия повышенной влажности** При проведении ССТ испытаний зачастую необходимо обеспечить условия высокой влажности. Обычно заданные показатели относительной влажности находятся в диапазоне от 95 до 100%. Данные условия можно обеспечить, используя стандарт ASTM D 2247<sup>11</sup>. В качестве альтернативы, в некоторых случаях для распыления чистой воды можно воспользоваться камерой, условия в которой соответствуют стандарту В117. На рисунке 2 изображена камера Q-Fog, работающая в режиме высокой влажности.

**Условия сушки** Условия сушки создаются в открытой лаборатории или внутри камеры. В помещении для сушки циркуляция воздуха должна поддерживаться на уровне, достаточном для того, чтобы не допустить наслоения материала и обеспечить его высыхание. Само понятие «сушки» представляет некоторые сложности при толковании. Существуют разногласия относительно того, когда образец считается сухим – когда высыхает только его поверхность или когда образец высыхает полностью. По мере увеличения количества продуктов коррозии время, необходимое для достижения состояния полного высыхания, может возрасти. На рисунке 3 показана камера Q-Fog в режиме сушки.

### **Условия погружения в коррозионный раствор**

Данные условия обычно создаются за счет применения водного раствора с заданной концентрацией электролитов, в основном, до 5%. Уровень рН обычно составляет от 4 до 8, а температура указывается отдельно. По мере использования раствор загрязняется, в связи с чем его необходимо регулярно заменять.

**Условия погружения в воду** Для создания данных условий должна быть использована дистиллированная или деионизованная вода. Стандарт ASTM D1193<sup>12</sup> закрепляет полезные рекомендации по параметрам очистки воды. Бак для погружения должен быть выполнен из пластмассы или иного инертного материала. Кислотность ванной не должна выходить за пределы рН 6 - 8. Температура должна составлять 24 ± 3 °С, а проводимость – не более 50 мкСм/см при 25 °С.

Рисунок 1

### Камера Q-Fog в режиме солевого тумана

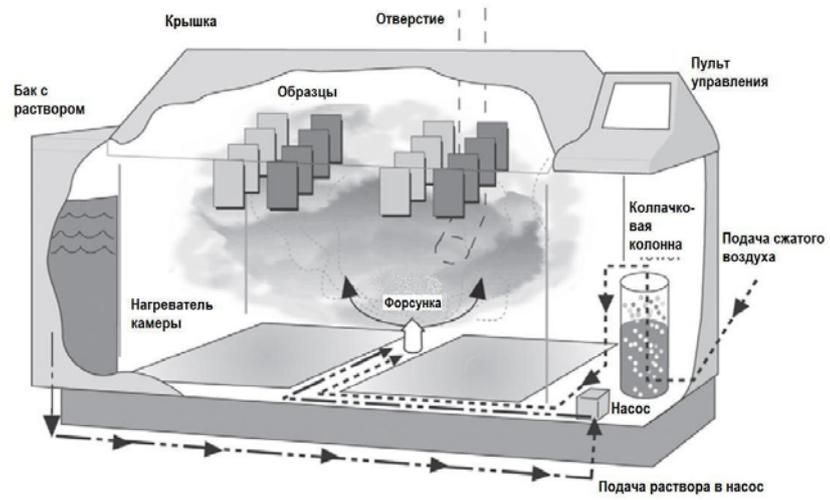


Рисунок 2

### Камера Q-Fog в режиме повышенной влажности

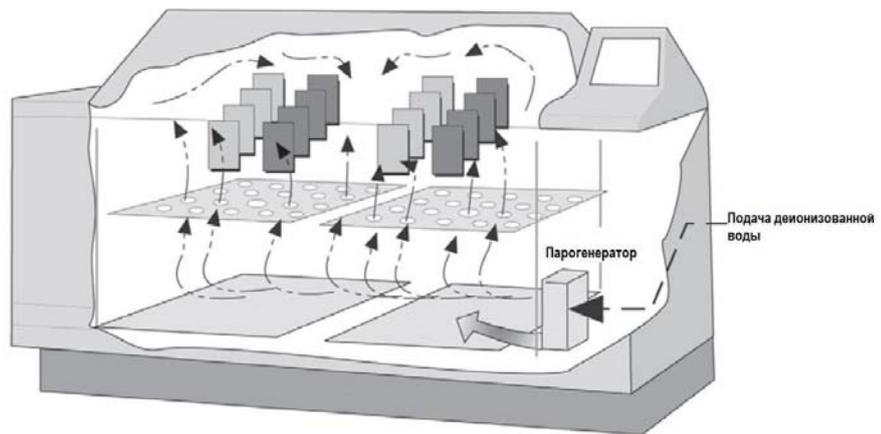
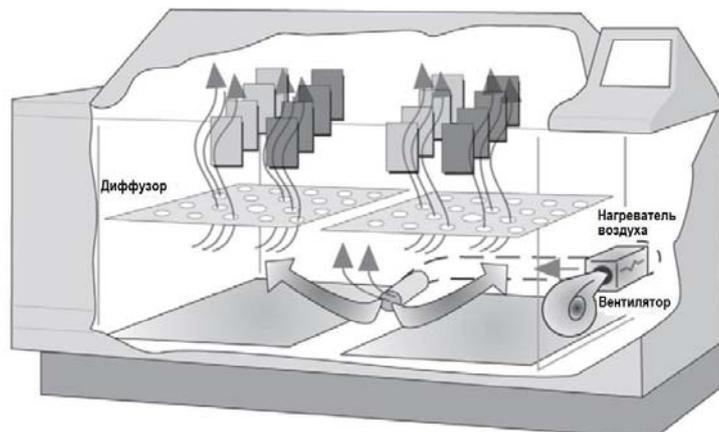


Рисунок 3

### Камера Q-Fog в режиме сушки



## Рекомендации по проведению ССТ испытаний

В связи с тем, что технология проведения ССТ испытаний зачастую предполагает сложное, многоэтапное воздействие на материалы, сама по себе процедура может привести исследователя в затруднение. Приведенные ниже рекомендации помогут понять возможные причины нестабильности воздействия сред при проведении ССТ испытаний. Данные рекомендации также смогут обеспечить хороший уровень совпадения результатов испытаний, проводимых в лаборатории.

## Использование контрольных образцов

По мере возможности контрольные образцы (образцы, поведение которых при условиях проводимого испытания известно) должны использоваться одновременно с фактически тестируемыми образцами. Желательно использовать несколько образцов, при этом выбранные контрольные показатели будут выполнять роль предельных значений для испытательных образцов. Контрольные значения позволят нормализовать условия при повторном проведении испытаний, а также сравнить результаты нескольких подходов к испытаниям.

## Предварительная обработка тестируемых образцов

Широко распространена практика нанесения контрольных меток и зачистки тестируемых образцов с нанесенным покрытием до проведения ССТ испытаний. Таким образом, в покрытии образуется место, наиболее подверженное коррозии. При использовании пневматического граветмета рекомендуется соблюдать технологию, описанную в стандарте D1370<sup>13</sup>.

Постоянно растет количество доводов в пользу того, что разница в глубине контрольных меток может значительно влиять на результаты ССТ испытаний. В частности, это имеет немаловажное значение при нанесении грунтовки под окраску электролитическим способом. В большинстве случаев контрольная метка должна затрагивать и слои металлической подложки. При этом особенно важно отмечать в отчетах, каким именно инструментом была нанесена контрольная метка, поскольку геометрия метки также может сказаться на результатах испытания. Для составления описания контрольной метки рекомендуется использовать микроскоп. Методика нанесения контрольных меток закреплена в стандарте ASTM D1654<sup>14</sup>.

## Меры предосторожности при создании условий испытаний

Помимо необходимости соблюдать меры предосторожности, приведенные в стандарте B117, дополнительные сложности при воспроизведении результатов создает многофункциональный характер условий ССТ.

**Уровень загрузки камеры** В камерах, рассчитанных на полную загрузку, смена температурных режимов обычно занимает больше времени, нежели в камерах с небольшой загрузкой. В целях обеспечения хорошего потока воздуха в течение испытаний камеры следует загружать равномерно.

**Время перехода (вывода в рабочий режим)** Время перехода может стать фактором, влияющим на результаты испытаний, управляемых как вручную, так и автоматически. В первом случае под временем перехода понимается период времени, в течение которого тестируемые образцы перемещаются из одной среды или условий испытаний в другие. В автоматизированных камерах время перехода означает отрезок времени, за который происходит смена условий испытаний внутри камеры. Характеристики переходов в автоматических камерах легче предсказать и воспроизвести, нежели в случаях проведения испытаний вручную. Влияние времени перехода на результаты испытаний еще полностью не изучено. В связи с этим время переходов необходимо контролировать и регистрировать как можно чаще. Время переходов может варьировать в зависимости от следующих параметров:

- Нестабильность условий окружающей среды
- Нестабильность технологического процесса при проведении испытаний вручную
- Тип используемого оборудования
- Уровень загрузки камеры

**Образование отложений и однородность солевого тумана** При проведении традиционных испытаний в солевом тумане равномерность распределения солевого раствора обычно определяется посредством замера уровня отложений тумана в различных местах внутри камеры. В отличие от испытаний по стандарту B117, при ССТ испытаниях контролировать скорость образования отложений во время самого испытания невозможно. Следовательно, для определения однородности распределения раствора в ССТ камере уровень отложений необходимо замерять в перерывах между испытаниями при постоянном распылении в течение не менее 16 часов. Более подробные инструкции по замеру отложений приведены в разделе «Метод B117».

**Приостановка испытаний** В случаях, когда испытания необходимо приостановить, тестируемые панели следует хранить при условиях минимальной подверженности коррозии. Все операции по приостановлению испытаний и перемещению панелей должны быть зарегистрированы.

13. D3170, Стандартные методы испытания покрытий на стойкость к сколам.

14. D1654, Метод оценки образцов окрашенных или обработанных поверхностей, подверженных коррозионному воздействию.

## Регистрация данных

Помимо обычных условий проведения испытаний, которые следует регистрировать при проведении традиционных испытаний в солевом тумане, отчеты по ССТ испытаниям также должны отражать следующую информацию:

- Время вывода в рабочий режим по всем переходам при проведении испытаний в автоматизированных камерах
- Объем загрузки (например, количество образцов) по всем автоматизированным камерам
- Ежедневная амплитуда температур, средняя температура и относительная влажность в том помещении лаборатории, где при проведении испытаний вручную поддерживаются «комнатные условия»

## Преимущества автоматизированных ССТ испытаний

Методы циклических испытаний на коррозионную стойкость изначально задумывались как процедуры, требующие больших трудозатрат и выполняемые вручную. В настоящее время стали доступны многофункциональные камеры, работающие в автоматическом режиме, в которых все стадии ССТ испытания могут проходить в одной камере. Можно отметить следующие преимущества автоматизированных систем:

- Исключена необходимость перемещения тестируемых образцов из одной камеры в другую вручную
- Исключена трудоемкая операция по распылению раствора на тестируемые образцы
- Исключена проблема нестабильности результатов в связи с излишним перемещением образцов
- Упрощена задача по прогнозированию времени переходов

## Общие циклы для всех типов циклических испытаний на коррозионную стойкость

Следующие циклы используются во всех испытаниях. Данный перечень не является исчерпывающим. В разделах ниже кратко изложены условия, полное описание которых приведено в соответствующих спецификациях, методиках и технологиях испытаний. Полный перечень инструкций, мер предосторожности и иной полезной информации закреплен в фактических документах.

В Вашем случае более подходящими могут быть другие циклы. Полезные рекомендации по циклическим испытаниям Вы можете найти в стандарте SAE J1563<sup>15</sup>.

## Цикл Prohesion

Тест Prohesion был разработан в Англии для испытания ремонтных покрытий, используемых в промышленных условиях. Данный тест также хорошо подходит для испытаний на стойкость при невидимой коррозии.

Раствор электролита Prohesion более разжижен, нежели традиционный солевой туман. Помимо этого распыляемый воздух не смешивается с водой.

Испытания проходят при следующих условиях:

Раствор электролита 0,5% хлорид натрия и 0,35% сульфат аммония

Кислотность раствора pH от 5,0 до 5,4

Цикл теста Prohesion включает:

1 час	распыление солевого тумана при температуре 25°C (или при комнатной температуре)
1 час	сушка при температуре 35°C (Высыхание поверхности достигается посредством продувки камеры свежим воздухом, в результате чего все видимые капли жидкости на поверхности образцов высыхают за 45 минут).
Повтор	

15. J1563, Руководство по проведению циклических испытаний на коррозионную стойкость окрашенных автомобильных деталей в лабораторных условиях.

## Цикл испытаний на воздействие коррозии / атмосферных условий

Для ремонтных покрытий, используемых в промышленных условиях, добавление функции ультрафиолетового облучения позволило улучшить корреляцию с некоторыми технологиями изготовления<sup>16, 17</sup>. Данный аспект обусловлен тем, что повреждение покрытия ультрафиолетовыми лучами может сделать его более чувствительным к коррозии. Цикл испытаний на воздействие коррозии / атмосферных условий заключается в недельном чередовании теста Prohesion и камеры QUV.

Раствор электролита	0,5% хлорид натрия и 0,35% сульфат аммония
Кислотность раствора	pH от 5,0 до 5,4
Обычная продолжительность	2 000 часов

Цикл испытаний на воздействие коррозии / атмосферных условий включает:

1 час	распыление солевого тумана при температуре 25°C (или при комнатной температуре)
1 час	сушка при температуре 35°C (Высыхание поверхности достигается путем продувки камеры свежим воздухом, в результате чего все видимые капли жидкости на поверхности образцов высыхают за 45 минут).

Испытание продолжается в течение одной недели, после чего образцы вручную перемещаются в камеру QUV, предназначенную для моделирования ускоренного старения материалов под воздействием неблагоприятных погодных факторов, где соблюдается следующий цикл воздействия:

4 часа	УФ-облучение с использованием ламп UVA-340 при температуре 60°C
4 часа	Конденсация (чистой водой) при температуре 50°C

Цикл повторяется в течение одной недели

Затем образцы вручную перемещаются в камеру для SST испытаний и весь процесс осуществляется заново.

## SST испытания в автомобильной промышленности

Автомобильная промышленность занимает лидирующие позиции в области исследования методов циклической коррозии. Именно по этой причине большая часть процедур SST испытаний предназначена для применения в данной отрасли.

**Метод GM 9540P/B** Согласно результатам исследования, проведенного Комитетом ACAP SAE совместно с AISI, данный метод SST испытаний в настоящее время является наиболее приоритетным в случаях косметической коррозии автомобильных деталей (окрашенных или предварительно обработанных материалов). Для испытаний по методу GM 9540P/B требуется 16 часов непрерывной работы или автоматическая камера для циклических испытаний. При проведении испытаний вручную используется распылитель, при помощи которого все части образцов тщательно покрываются дождевой пылью. Каждый раз перед распылением необходимо убедиться в том, что тестируемые детали полностью высохли. При выполнении испытания вручную образцы необходимо оставить при комнатных условиях на выходные дни. Для автоматизации работы было разработано оборудование, с помощью которого все стадии испытания можно проводить в одной камере.

В рамках метода GM 9540P/B образцы подвергаются воздействию следующих условий:

Раствор электролита	0,9% NaCl, 0,1% CaCl <sub>2</sub> и 0,25 NaHCO <sub>3</sub>
Кислотность раствора	pH от 6,0 до 8,0
Обычная продолжительность	80 циклов (1 920 часов)

Цикл воздействия по методу GM 9540P/B включает:

–	Тщательное распыление солевого тумана
90 минут	Выдерживание при комнатных условиях (25°C, 30-50%-ная относительная влажность)
–	Тщательное распыление солевого тумана
90 минут	Выдерживание при комнатных условиях (25°C, 30-50%-ная относительная влажность)
–	Тщательное распыление солевого тумана
90 минут	Выдерживание при комнатных условиях (25°C, 30-50%-ная относительная влажность)
–	Тщательное распыление солевого тумана
210 минут	Выдерживание при комнатных условиях (25°C, 30-50%-ная относительная влажность)
8 часов	Увлажнение (95-100%-ная относительная влажность)
8 часов	Сушка (60°C, относительная влажность <30%)
Повтор	

16. Simpson, C.H., Ray, C.J., and Skerry, B.S., "Accelerated Corrosion Testing of Industrial Maintenance Paints Using a Cyclic Corrosion Weathering Method," *Journal of Protective Coatings and Linings*, May 1991, Volume 8, No. 5, pp. 28-36.  
17. Skerry, B.S., Alavi, A., and Lindren, K.I., "Environmental and Electrochemical Test Methods for the Evaluation of Protective Organic Coatings," *Journal of Coatings Technology*, October 1998, Volume 60, No. 765, pp. 97-106.

## Циклические испытания на коррозионную стойкость в автомобильной промышленности Японии

В Японии был разработан ряд методов циклических испытаний на коррозионную стойкость. Большинство из них нашли свое применение в автомобильной промышленности.

**Метод ССТ-1** Данный метод используется некоторыми автопроизводителями Японии. Также он известен как метод ССТ-А.

Раствор электролита	5% хлорид натрия
Кислотность раствора	Не указана
Обычная продолжительность	200 циклов (1 600 часов)

Цикл воздействия по методу ССТ-1 включает:

4 часа	Распыление солевого тумана при температуре 35°С
2 часа	Сушка при температуре 60°С и относительной влажности <35%
2 часа	Увлажнение при температуре 50°С и относительной влажности >95%
Повтор	

**Метод ССТ-4** Данный метод используется некоторыми автопроизводителями Японии. По данным исследований, проведенных SAE и AISI, в рамках данного метода создаются условия, наиболее полно соответствующие фактическим условиям образования коррозии на деталях автомобилей. Отдельные требования, касающиеся проведения испытаний в выходные дни, этим методом не предусмотрены. Тест ССТ-4 проводится при следующих условиях:

Раствор электролита	5% хлорид натрия
Кислотность раствора	Не указана
Обычная продолжительность	50 циклов (1 600 часов)

Цикл воздействия по методу ССТ-4 предусматривает:

10 минут	Нанесение солевого раствора при температуре 35°С
155 минут	Сушка при температуре 60°С
75 минут	Увлажнение при температуре 60°С и относительной влажности 95%
160 минут	Сушка при температуре 60°С
80 минут	Увлажнение при температуре 60°С и относительной влажности 95%
160 минут	Сушка при температуре 60°С
80 минут	Увлажнение при температуре 60°С и относительной влажности 95%
160 минут	Сушка при температуре 60°С
80 минут	Увлажнение при температуре 60°С и относительной влажности 95%
160 минут	Сушка при температуре 60°С
80 минут	Увлажнение при температуре 60°С и относительной влажности 95%
Повтор	

## Кислотное дождевание при ССТ испытаниях

Данная процедура, предназначенная для имитации воздействия кислотного дождевания на образцы, представляет собой модификацию метода испытаний М609 Японской организации автомобильных стандартов (JASO), применяемого для определения стойкости к коррозии автомобильных деталей. В рамках кислотного дождевания при ССТ испытаниях образцы подвергаются воздействию следующих условий:

Раствор электролита	5% (м.д.) NaCl, 0,12% (объем) HNO <sub>3</sub> , 0,173% (м.д.) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 0,228% (м.д.) NaOH
Кислотность раствора	pH 3,5

Цикл кислотного дождевания при ССТ испытаниях включает:

2 часа	Туман при температуре 35°C
4 часа	Сушка при температуре 60°C и относительной влажности менее 30%
2 часа	Орошение/увлажнение при температуре 50°C и относительной влажности более 95%

При кислотном дождевании в ССТ испытаниях время перехода от одной среды к другой составляет:

Туман - сушка	не более 30 минут
Сушка – увлажнение	не более 15 минут
Увлажнение - туман	не более 30 минут

## Заключение

Существует огромный выбор процедур, выполняемых в рамках циклических испытаний на коррозионную стойкость. Каждая из них имеет как преимущества, так и недостатки. Некоторые исследователи отдают предпочтение методу тумана, отодвигая метод погружения на второй план. Другие используют специальные растворы электролита для имитации кислотного дождевания. Многие не могут устоять перед заманчивыми характеристиками автоматизированных камер. Относительные преимущества использования различных температур, времени и последовательности воздействия на тестируемые материалы до сих пор остаются предметом спора, и исследователи, вне всякого сомнения, будут и дальше экспериментировать, варьируя продолжительность цикла и изменяя коррозионные составы. Однако согласно общепринятому мнению по большинству материалов более реалистичные результаты получаются при циклических испытаниях на коррозионную стойкость, нежели при использовании традиционного метода солевого тумана.

### Корпорация Q-Lab

[www.q-lab.com](http://www.q-lab.com)

Головной офис корпорации Q-Lab и Подразделение приборов  
800 Canterbury Road  
Cleveland, OH 44145 USA  
Тел: 440-835-8700  
Факс: 440-835-8738  
info@q-lab.com

Отделение корпорации Q-Lab в Европе  
Express Trading Estate,  
Farnworth, Bolton, England  
BL 49TP  
Тел: 44(0)1204-861616  
Факс: 44(0)1204-861617

Представительство Q-Lab в России и СНГ  
ЗАО Контроль качества  
196602, г. Санкт-Петербург  
ул. Малиновская, 8 оф. 12Н  
тел. (812) 677-93-16  
e-mail: info@qualicont.ru

Службы исследования воздействия атмосферных условий

Отделение корпорации Q-Lab во Флориде  
105 SW 18th Ave.  
Homestead, FL 33034  
Тел. 305-245-5600  
Факс. 305-245-5656

Отделение корпорации Q-Lab в Аризоне  
24742 W.Durango St.  
Buckeye, AZ 85326  
Тел. 623-386-5140  
Факс. 623-386-5143

LF-8144.1

©2010 Корпорация Q-Lab  
Все права защищены

