

ICS 03.200.20

CCS R 16



중화인민공화국 국가표준

GB 29743.3—20XX

자동차 냉각수

제3부: 연료전지차량 냉각수

Motor vehicle coolant—Part 3: Fuel cell vehicle coolant

(의견수렴초안)

XXXX-XX-XX 발표

XXX-XX-XX 시행

국 가 시 장 감 독 관 리 총 국
국 가 표 준 화 관 리 위 원 회

발표

목차

머리말	2
서문	3
1. 범위	1
2. 규범성 인용문서	1
3. 용어와 정의	2
4. 제품 분류	2
5. 기술 요구사항 및 시험방법	2
6. 검사규칙	5
7. 표시, 포장, 운송, 보관	6
부록 A (규범성) 연료전지 냉각수의 전도율 시험방법	7
부록 B (규범성) 연료전지 냉각수의 열역학적 매개변수 시험방법	8
부록 C (규범성) 연료전지 냉각수의 정적부식 시험방법	10
부록 D (규범성) 연료전지 냉각수의 순환 벤치 부식 시험방법	14
부록 E (규범성) 연료전지 냉각수와 플라스틱 소재 호환성 시험방법	18
부록 F (규범성) 연료전지 냉각수의 안정성 시험방법	20
부록 G (규범성) 연료전지 냉각수와 탈이온화기 호환성 시험방법	21

머리말

본 문서는 GB/T 1.1—2020 <표준화작업지침 제1부: 표준화 문서의 구조 및 초안 작성 규칙>의 규정에 따라 작성되었다.

본 문서는 GB 29743 <자동차 냉각수>의 제3부이며, GB 29743은 다음 부분을 발표하였다.

——제1부: 연료차량 엔진 냉각수

——제2부: 전기차량 냉각수

——제3부: 연료전지차량 냉각수

본 문서는 중화인민공화국 교통운송부에서 제시 및 관리한다.

서문

냉각수는 자동차의 안전 운행에 필수적인 열전달 매체이다. 냉각수는 자동차 냉각시스템에서 순환, 방열, 동결 방지, 부식 방지 등의 역할을 수행하며 자동차의 핵심 동력 부품의 정상적인 동력 출력을 보장한다. 냉각수 제품의 중요성 및 특수성을 고려하여, 국내외 표준화기구는 냉각수 표준규범의 수립을 중요시해왔다. GB 29743 <자동차 냉각수>는 다양한 유형의 자동차에 적용되는 냉각수 기술 요구사항을 확립하는 데 목적이 있으며 3개 부분으로 구성된다.

——제1부: 연료차량 엔진 냉각수. 연료 차량 엔진 냉각수에 적용되는 기술 요구사항을 확립하고자 함이다.

——제2부: 전기차량 냉각수. 전기차량 동력배터리 냉각수에 적용되는 기술 요구사항을 확립하고자 함이다.

——제3부: 연료전지차량 냉각수. 연료전지차량 스택 냉각수에 적용되는 기술 요구사항을 확립하고자 함이다.

자동차 냉각수

제3부: 연료전지차량 냉각수

1. 범위

본 문서는 연료전지차량 냉각수의 제품 분류, 기술 요구사항, 시험방법, 검사규칙, 표시, 포장, 운송, 보관 등의 요구사항을 규정하고 있다.

본 문서는 연료전지차량 스택 관리시스템에서 에틸렌글리콜을 부동액의 원료로 배합한 연료전지차량 냉각수의 생산, 검사 및 사용에 적용된다.

2. 규범성 인용문서

아래 문서의 내용은 본 문서의 적용을 위해 필수적이다. 날짜가 명기된 인용문서는 날짜가 명기된 버전만 적용하며 날짜가 명기되지 않은 인용문서는 그 최신 버전(모든 수정사항 포함)을 적용한다.

GB/T 3190 변형 알루미늄 및 알루미늄 합금의 화학성분

GB/T 3620.1 티타늄 및 티타늄 합금 번호, 화학성분

GB/T 5231 가공구리 및 구리합금 번호, 화학성분

GB/T 6682—2008 분석 실험실용 물 규격 및 시험방법

GB/T 15115 다이캐스팅 알루미늄 합금

GB/T 20878 스테인리스강 번호 및 화학성분

GB 29518—2013 디젤엔진 질소산화물 환원제- 요소수용액(AUS 32)

GB 29743.2—20XX 자동차 냉각수 제2부: 전기차량 냉각수

GB/T 39937—2021 플라스틱 제품 폴리프로필렌(PP) 압출 시트 요구사항 및 시험방법

GB/T 40169—2021 초고분자량 폴리에틸렌(PE-UHMW) 및 고밀도 폴리에틸렌(PE-HD) 성형 시트

JT/T 1230 자동차 엔진 냉각수 무기음이온 측정법- 이온 크로마토그래피

NB/SH/T 0164 석유 및 관련 제품 포장, 보관 및 운송, 납품 검수규칙

NB/SH/T 0828 엔진 냉각수의 실리콘 및 기타 원소함량 측정- 유도결합플라즈마 원자방출분광법

SH/T 0065 엔진 냉각수 혹은 방청제 시험샘플의 샘플링 및 수용액 제조

SH/T 0066 엔진 냉각수 거품경향 측정법(유리제품법)

SH/T 0067 엔진 냉각수 및 방청제 회분 함량 측정법

SH/T 0068 엔진 냉각수 및 농축액 밀도 혹은 상대밀도 측정법(밀도계법)

SH/T 0069 엔진 부동액, 방청제, 냉각수 pH값 측정법

SH/T 0084 냉각시스템 화학용액이 자동차의 유기코팅에 미치는 영향 시험방법

SH/T 0086 엔진 냉각수 농축액의 수분 함량 측정법(칼 피셔법)

SH/T 0089 엔진 냉각수 비등점 측정법

SH/T 0090 엔진 냉각수 빙점 측정법

SH/T 0604 원유 및 석유제품 밀도 측정법(U자형 진동관법)

3. 용어와 정의

아래 용어 및 정의가 본 문서에 적용된다.

3.1

연료전지차량 냉각수 fuel cell vehicle coolant

부동액, 부식 억제제 등 원료를 배합한, 연료전지차량의 스택 열관리시스템에 사용되며 절연, 냉각, 방청, 부동 등의 역할을 하는 기능성 액체를 말한다.

주: 제품의 원래 포장에서 꺼낸 냉각수를 원액이라고 하며 원액은 냉각수 농축액 혹은 냉각수 희석액일 수 있다.

3.2

농축액 fuel cell vehicle coolant concentrate

수분 함량이 5% 이하인, 희석 후 연료전지차량 스택 열관리시스템에 사용되는 냉각수를 말한다.

3.3

희석액 fuel cell vehicle coolant predilute

연료전지차량 스택 열관리 시스템에 직접 사용되며 특정 빙점값을 갖는 냉각수를 말한다.

4. 제품 분류

4.1. 연료전지차량 냉각수(이하 연료전지 냉각수)의 분류, 번호, 모델은 표 1의 규정에 부합해야 한다.

표 1 연료전지 냉각수 분류 및 번호, 모델

제품 분류		번호	모델
에틸렌글리콜	농축액	FCVC-I	—
리콜형	희석액	FCVC-II	FCVC-II-35, FCVC-II-40, FCVC-II-45, FCVC-II-50

5. 기술 요구사항 및 시험방법

5.1. 통용 요구사항 및 시험방법

연료전지 냉각수의 통용 요구사항 및 시험방법은 표 2의 규정에 부합해야 한다.

표 2 연료전지 냉각수 통용 요구사항 및 시험방법

항목	품질지표	시험방법
외관	침전물 및 부유물이 없고 맑고 투명한 액체	육안검사
색상	눈에 띄는 색상 혹은 무색	육안검사
냄새	자극적인 냄새 없음	후각검사

5.2. 물리화학적 성능 요구사항 및 시험방법

연료전지 냉각수의 물리화학적 성능 요구사항 및 시험방법은 표 3의 규정에 부합해야 한다.

표 3 연료전지 냉각수의 물리화학적 성능 요구사항 및 시험방법

항목		품질지표					시험방법
		FCVC- I	FCVC-II-35	FCVC-II-40	FCVC-II-45	FCVC-II-50	
밀도 ^a (20.0°C)/(g/cm ³)		1.095 ~ 1.144	≥1.060	≥1.064	≥1.066	≥1.069	SH/T 0068, SH/T 0604
빙점/°C	원액	—	≤-35.0	≤-40.0	≤-45.0	≤-50.0	SH/T 0090
	50% 부피 희석액	≤-36.4	—				
비등점/°C	원액	≥163.0	≥107.5	≥108.0	≥108.5	≥109.0	SH/T 0089
	50% 부피 희석액	≥108.0	—				
pH값	원액	—	5.0 ~ 8.0				SH/T 0069
	50% 부피 희석액	5.0 ~ 8.0	—				
회분(질량분율)/%		≤2.0	≤1.0				SH/T 0067
수분(질량분율)/%		≤5.0	—				SH/T 0086
전도율(25.0°C)/(uS/cm)	원액	—	≤5				부록 A
	50% 부피 희석액	≤5	—				
열전도율(20.0°C)/(W/m·K)	원액	—	≥0.34	≥0.32	≥0.30	≥0.28	부록 B
	50% 부피 희석액	≥0.32	—				
비열용량(20.0°C)/(kJ/kg·K)	원액	—	≥3.0	≥2.9	≥2.8	≥2.7	부록 B
	50% 부피 희석액	≥2.9	—				
염소 함량/(mg/kg)		≤5					JT/T 1230
황산염 함량(SO ₄ ²⁻ 기준)/(mg/kg)		≤5					JT/T 1230
철 함량/(mg/kg)		≤5					NB/SH/T 0828
불용물/(mg/kg)		≤5					GB 29518-2013 부록 E
자동차 유기코팅에 미치는 영향		영향 없음					SH/T 0084

^a 결과에 이견이 있는 경우 SH/T 0068 방법을 중재 방법으로 한다.

5.3. 사용 성능 요구사항 및 시험방법

연료전지 냉각수의 사용 성능 요구사항 및 시험방법은 표 4의 규정에 부합해야 한다.

표 4 연료전지 냉각수의 사용 성능 요구사항 및 시험방법

항목		품질지표	시험방법	
정적부식 (90°C±2°C, 336h±2h)	질량 변화/mg	황동	±5	부록 C
		티타늄	±5	
		304 스테인리스강	±5	
		흑연	보고치	
		YL113 알루미늄	±5	
		3003 알루미늄	±5	
		4043 알루미늄	±5	
	시험 후 시편 외관	눈에 보이는 구멍 혹은 크레이터 없음		
시험 후 용액	전도율(25.0°C)/(uS/cm)	보고치		
순환 벤치 부식 (90°C±2°C, 1064h±2h)	질량 변화/mg	황동	±10	부록 D
		티타늄	±10	
		304 스테인리스강	±10	
		흑연	보고치	
		YL113 알루미늄	±10	
		3003 알루미늄	±10	
		4043 알루미늄	±10	
	시험 후 용액	전도율(25.0°C)/(uS/cm)	보고치	
철 함량/(mg/kg)		보고치		
구리 함량/(mg/kg)		보고치		
알루미늄 함량/(mg/kg)		보고치		
고무소재 호환성 ^a (80°C±2°C, 168h±2h)	EPDM	경도변화/IRHD	±5	GB 29743.2— 20XX 부록 D
		체적변화율/%	±5	
		파단 인장강도 변화율/%	±15	
		파단 연신율 변화율/%	±30	
	실리콘고무	경도변화/IRHD	±5	
		체적변화율/%	±5	
		파단 인장강도 변화율/%	±15	
		파단 연신율 변화율/%	±30	
플라스틱 소재 호환성 ^a (80°C±2°C, 168h±2h)	시편 질량 변화/(mg/cm ²)	폴리에틸렌 수지	±1.0	부록 E
		폴리프로필렌 수지	±1.0	
거품경향 (88°C±1°C)	거품부피/mL	≤150	SH/T 0066	
	거품 소실시간/s	≤5.0		
열안정성 ^a (60°C±2°C, 168h±2h)	외관	색상에 뚜렷한 변화 없음. 침전물 및 부유물 없음	부록 F	
	시험 후 용액 전도율(25.0°C)/(uS/cm)	≤5		
저온안정성 ^a	외관	색상에 뚜렷한 변화 없음.		

(-20°C±2°C, 24h±2h)		침전물 및 부유물 없음	
	시험 후 용액 전도율(25.0°C)/(uS/cm)	≤5	
탈이온화기 호환성 ^b	시험 후 용액 외관	눈에 띄는 퇴색 없음	부록 G
^a 농축액을 50% 부피 용액으로 희석해 테스트하며, 희석액을 직접 시험한다. ^b 눈에 띄는 색상의 연료전지 냉각수에만 적용한다.			

6. 검사규칙

6.1. 검사분류

6.1.1. 검사는 형식검사 및 출하검사로 나뉜다.

6.1.2. 다음의 경우에 형식검사를 시행해야 한다.

- a) 신제품 생산 혹은 제품 최종평가 시
- b) 원자재, 공정 등에 제품 품질에 영향을 줄 수 있는 중대한 변화 발생 시
- c) 출하검사 혹은 주기적 검사결과가 이전 형식검사 결과와 차이가 클 시
- d) 제품 이전 생산 시
- e) 일반적으로 2년에 한 번 형식검사를 시행하며 생산공정에 변동이 없는 경우 2년 연장할 수 있다.

6.1.3. 출하검사는 출하배치검사 및 출하주기검사로 나뉜다. 주요 원자재 및 첨가제에 변동이 없는 경우 매년 최소 2회 출하주기검사를 시행해야 한다.

6.1.4. 기타 검사 요구사항은 공급자와 수요자 쌍방이 협의해 결정한다.

6.2. 검사항목

6.2.1. 형식검사 항목은 제5장에 규정된 모든 기술 요구사항이다.

6.2.2. 출하배치검사 항목은 외관 및 색상, 냄새, 밀도, 빙점, 비등점, pH값, 전도율, 거품 경향이 포함된다.

6.2.3. 출하주기검사 항목은 6.2.2의 항목 및 염소 함량, 황산염 함량, 수분, 정적부식, 열안정성, 저온안정성이 포함된다.

6.2.4. 기타 검사 요구사항 항목은 공급자와 수요자 쌍방이 협의해 결정한다.

6.3. 배치

원자재 및 공정이 변경되지 않은 상태에서 각 생산 케틀 혹은 연속 생산된 여러 케틀이 혼합된 제품을 검사 배치로 간주한다.

6.4. 샘플링

샘플링은 SH/T 0065의 규정을 따라야 한다. 각 배치 제품의 샘플 채취량은 검사 및 보관 요구사항을 충족하거나 포장된 제품에서 무작위로 채취해 검사, 보관해야 한다.

6.5. 판정규칙

출하검사 및 형식검사 결과가 제5장의 규정을 충족하는 경우 해당 제품을 합격 판정한다.

6.6. 재검규칙

출하검사 및 형식검사 결과가 제5장의 요구사항을 충족하지 않는 경우 동일 배치 제품에서 배수의 샘플을 채취, 불합격 항목을 재검사해야 한다. 재검 결과 여전히 본 문서의 요구사항을 충족하지 않는

경우 해당 배치 제품을 불합격 판정한다.

7. 표시, 포장, 운송, 보관

7.1. 연료전지 냉각수는 NB/SH/T 0164의 규정에 따라 표시, 포장해야 하며 표시 내용은 다음이 포함되어야 한다.

- a) 제품명
- b) 부동액 유형
- c) 제품분류 및 빙점
- d) 농축액 제품 사용방법
- e) 생산일자 혹은 배치번호
- f) 유효기한
- g) 제조사명 및 주소 등

7.2. 연료전지 냉각수의 운송은 NB/SH/T 0164의 규정을 충족해야 한다.

7.3. 연료전지 냉각수는 어둡고 통풍이 잘되는 곳에 보관해야 하며 직사광선을 피해야 한다.

부록 A
(규범성)
연료전지 냉각수의 전도율 시험방법

A.1. 방법 개요

냉각수 100mL를 취하고 교정된 전도율 측정기를 사용해 전도율을 측정한다.

A.2. 시험기구 및 재료

A.2.1. 전도율 측정기: 정확도는 0.5등급 이상이며 온도 자동보상기능이 있다. 저전도율 측정 전극이 장착되어 있으며 분해능은 0.01 μ S/cm이다.

A.2.2. 눈금실린더: 용량 100mL

A.2.3. 삼각플라스크: 용량 100mL, 마개 포함

A.2.4. 물: GB/T 6682—2008의 1급수 요구사항을 충족해야 한다.

A.3. 시험절차

A.3.1. 눈금실린더 및 삼각플라스크를 물로 깨끗이 씻어 말린다.

A.3.2. 전도율 측정기의 사용설명서에 따라 적절한 측정구간의 전도율 표준용액을 선택, 전도율 측정기를 교정한다.

A.3.3. 물로 전극을 충분히 씻고 여과지로 닦은 다음 측정할 냉각수 샘플을 사용해 전극을 적신다.

A.3.4. 눈금실린더로 냉각수 100mL를 측정, 삼각플라스크에 붓고 마개를 막은 다음 잘 섞는다.

A.3.5. 전극을 삼각플라스크의 샘플에 담그고 전도율을 측정한다. 전도율 측정기 온도 자동보상기능에 따라 25.0 $^{\circ}$ C로 보상된 전도율 값을 기록한다. 2회 반복 측정하며 측정 시 샘플이 장시간 공기에 노출되지 않도록 한다.

A.4. 결과 보고

반복 측정된 2개 결과의 산술평균값을 시험 결과로 보고하며 정확도는 1 μ S/cm이다.

부록 B
(규범성)
연료전지 냉각수의 열역학적 매개변수 시험방법

B.1. 방법 개요

과도 열선법을 사용해 냉각수의 열역학적 매개변수를 측정한다. 일정량의 냉각수를 측정시스템의 샘플링셀에 넣고 측정금속 백금선(열선)을 연결한 후 온도제어장치에 넣는다. 측정시스템을 켜면 순간전류가 금속 백금선을 통과하고 금속 백금선 및 액체 샘플을 가열한다. 액체 샘플의 온도-시간 변화 곡선에 따라 측정시스템은 샘플의 열전도도, 열확산도, 체적 비열용량을 계산, 처리한다.

B.2. 시험기구 및 재료

B.2.1. 액체 열전도도 측정시스템(과도 열선법): 액체 열전도도 및 열확산도 등의 측정 기능이 있으며 샘플링셀 구성품(백금선 센서 포함), 본체 컨트롤러(마이크로프로세서 포함), 온도제어장치 등으로 구성된다. 측정시스템은 해당 운영소프트웨어를 사용하며 인터페이스 제어 테스트 시퀀스, 데이터 수집, 테스트 결과 처리 등의 기능을 갖추고 있다.

B.2.2. 눈금실린더: 용량 100mL

B.2.3. 물: GB/T 6682—2008의 3급수 요구사항을 충족해야 한다.

B.3. 시험준비

B.3.1. 샘플링셀의 각 구성품을 물로 씻어 말린 후 보관한다.

B.3.2. 연료전지 냉각수 샘플을 잘 흔든다. 눈금실린더로 샘플 약 40mL를 취해 샘플링셀에 붓고 액위는 샘플링셀 내벽 표시선보다 약간 낮아야 한다. 이로써 샘플 가열의 열팽창을 위한 공간을 확보하고 센서가 완전히 잠길 수 있도록 할 수 있다.

B.3.3. 센서를 샘플링셀에 조심스럽게 넣고 센서와 샘플 경계면의 기포를 제거한다. 기포는 오차를 발생시키고 열성능 측정을 크게 저하시킬 수 있다. 샘플링셀을 가볍게 두드려 기포를 제거한 후 센서를 샘플링셀에 조여 고정한다.

B.3.4. 시험온도 및 샘플 특성에 따라 샘플링셀에 가압시험이 필요한 경우 가압가스 주입에 관한 장비제조업체의 설명을 따라야 한다.

B.4. 시험절차

B.4.1. 측정시스템이 켜지면 측정기에 준비완료 표시가 뜰 때까지 본체 컨트롤러의 균형을 맞춘다.

B.4.2. 온도제어장치를 통해 샘플 측정온도를 20.0°C로 설정하고 온도제어가 안정된 후 측정을 시작한다.

B.4.3. 프로그램 설정을 통해 각 온도지점에서 열역학적 매개변수 측정을 10회 반복하고 열전도도 및 열확산도 2개 매개변수를 기록한다. 측정결과는 실시간으로 표시될 수 있으며 측정시스템 소프트웨어에 따라 데이터를 저장한다.

B.4.4. 측정 종료 후 액체 측정온도 및 열전도도, 열확산도를 기록한다.

B.5. 결과 계산

액체 비열용량(C_p)은 공식(B.1)에 따라 계산한다.

$$C_p = \frac{\lambda}{1000\alpha\rho} \dots\dots\dots (B. 1)$$

식에서

C_p — 액체 비열용량, 단위 kJ/(kg•K)

주: 액체 비열용량은 질량 비열용량이라고도 한다.

λ — 액체 열전도도, 단위 W/(m•K)

α — 액체 열확산도, 단위 m²/s

ρ — 측정온도에서 액체의 밀도, 단위 kg/m³

B.6. 결과 보고

B.6.1. 샘플 열전도도를 10회 반복 측정한 값의 산술 평균값을 시험 결과로 보고하며 정확도는 0.01W/(m•K)이다.

B.6.2. 샘플 비열용량을 10회 반복 측정한 값의 산술 평균값을 시험 결과로 보고하며 정확도는 0.1kJ/(kg•K)이다.

부록 C
(규범성)
연료전지 냉각수의 정적부식 시험방법

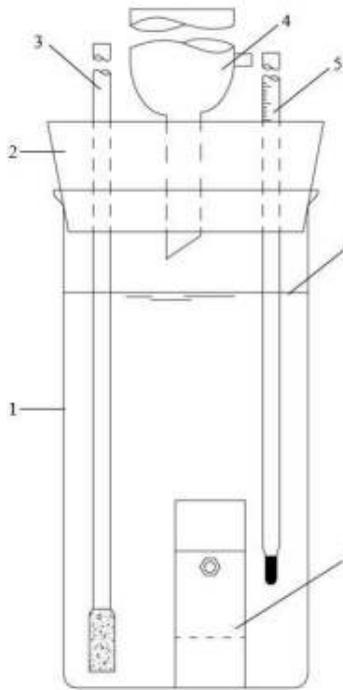
C.1. 방법 개요

연료전지차량의 열관리 시스템에 사용되는 전형적인 재료로 시편을 제작, 연마, 세척, 무게 측정 후 규정된 절차에 따라 시편묶음으로 조립한다. 시험컵에 넣고 연료전지 냉각수 샘플 75mL를 부은 후 가열장치로 이동한다. 시험온도 $90^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 공기유량 $100\text{mL}/\text{min} \pm 10\text{mL}/\text{min}$ 에서 $336\text{h} \pm 2\text{h}$ 동안 유지한다. 시험 종료 후 요구사항에 따라 재료 시편의 질량 변화 및 연료전지 냉각수의 성능변화를 검사한다.

C.2. 시험기구 및 재료

C.2.1. 시험기구

C.2.1.1. 시험컵: 1000mL, 키가 크고 주둥이가 없으며 내열유리로 제작되었다. 고무마개가 있으며 마개에는 응축관, 가스확산관, 온도계용 관통 구멍이 있다. 시험 구성품의 조립은 그림 C.1을 참고할 수 있다.



번호 설명

- | | |
|-----------|----------|
| 1— 시험컵 | 5— 온도계 |
| 2— 고무마개 | 6— 샘플 표면 |
| 3— 가스 확산관 | 7— 시편묶음 |
| 4— 응축관 | |

그림 C.1 시험 구성품 조립

- C.2.1.2. 응축관: 응축 재킷 길이는 400mm이며 직관형 환류 응축관이다.
- C.2.1.3. 가스 확산관: 내열유리로 제작되었다. 관 길이는 220mm, 외경은 8mm이며 끝단은 길이 30mm, 외경 15mm의 샌드코어 유리 확산 헤드가 장착되어 있다.
- C.2.1.4. 온도계: -20°C ~ 150°C, 눈금 값 1°C, 혹은 동일 정확도의 측정기
- C.2.1.5. 가열장치: 액체 수조 가열, 90°C±2°C로 온도 제어 가능, 혹은 동일 정확도의 측정기
- C.2.1.6. 공기 유량계: 공기 유량을 100mL/min±10mL/min로 제어 가능
- C.2.1.7. 저울: 눈금 값 0.1mg, 최대 측정 무게 200g 이상

C.2.2. 재료

C.2.2.1. 재료 시편: 표 C.1의 규정을 충족해야 한다.

표 C.1 시험용 재료 시편 기술 요구사항

재료명	황동	티타늄	스테인리스강	흑연	주조 알루미늄	알루미늄 합금	알루미늄 합금
이행표준	GB/T 5231	GB/T 3620.1	GB/T 20878	—	GB/T 15115	GB/T 3190	GB/T 3190
재료번호	H70	TA1	304	양극판용	YL113	3003	4043
재료 크기/mm	길이	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	너비	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
	두께	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0
기타 요구사항	센터 드릴 직경 7.0mm 관통 구멍						

- C.2.2.2. 스테인리스강 브라켓: 크기 50.0mm×25.0mm×2.0mm. 긴 변에서 12.5mm, 짧은 변에서 6.5mm 떨어진 곳에 직경 7.0mm 관통 구멍 있음
- C.2.2.3. 스테인리스강 볼트: 공칭 직경 4.0mm, 볼트 길이 75.0mm, 해당 규격 너트 및 와셔 포함
- C.2.2.4. 절연슬리브: PTFE 재질, 외경 6.5mm, 벽 두께 1.0mm, 길이 55mm
- C.2.2.5. 절연와셔: PTFE 재질, 외경 12.0mm, 내경 7.0mm, 두께 4.5mm
- C.2.2.6. 샌드페이퍼: 입도 P320 방수 실리콘카바이드 샌드페이퍼

C.3. 브러시: 부드러운 브러시. 시약

- C.3.1. 무수에탄올(C₂H₆O): 분석용
- C.3.2. 물: GB/T 6682—2008의 1급수 요구사항을 충족해야 한다.

C.4. 준비작업

C.4.1. 시편 준비

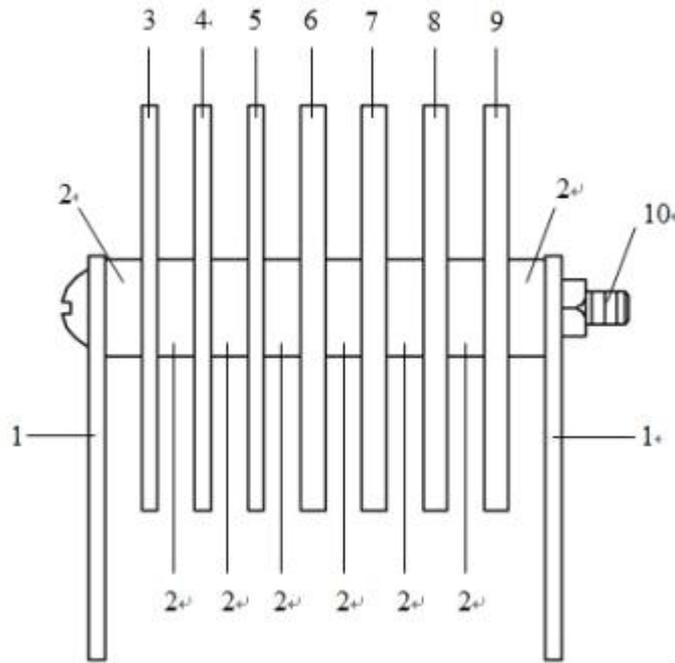
C.4.1.1. 시편 샌딩: 입도 P320 방수 실리콘카바이드 샌드페이퍼를 사용해 시편의 긴 변과 평행한 방향으로 조심스럽게 샌딩, 시편 표면이 매끄럽고 산화층이 없을 때까지 가장자리 및 관통

구멍의 버를 제거한다. 흑연 시편은 샌딩할 필요가 없다.

C.4.1.2. 시편 세척: 샌딩된 시편을 물로 행구고 무수에탄올이 담긴 유리용기에 넣고 세척한 후 꺼내서 건조한 공기로 말린다. 건조된 시편은 손으로 직접 접촉해서는 안 되며 깨끗한 장갑을 끼고 다뤄야 한다.

C.4.1.3. 시편 무게 측정: 분석용 저울을 사용해 시편 무게를 측정한다. 정확도는 0.1mg이다.

C.4.1.4. 시편 조립: 절연슬리브를 씌운 스테인리스강 볼트에 스테인리스강 브라켓, 절연와셔, 황동 시편, 절연와셔, 티타늄 시편, 절연와셔, 스테인리스강 시편, 절연와셔, 흑연 시편, 절연와셔, 주조 알루미늄 시편, 절연와셔, 3003 알루미늄 시편, 절연와셔, 4043 알루미늄 시편, 절연와셔, 스테인리스강 브라켓의 순서로 조립한다. 시편이 흔들리지 않을 때까지 너트를 조여 시편묶음의 각 부분이 전기 접촉이 잘 이루어지도록 한다. 시편묶음의 조립은 그림 C.2를 참고할 수 있다.



번호 설명

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1— 스테인리스강 브라켓 | 6— 흑연 시편 |
| 2— 절연와셔 | 7— YL113 주조 알루미늄 시편 |
| 3— H70 황동 시편 | 8— 3003 알루미늄 시편 |
| 4— 티타늄 시편 | 9— 4043 알루미늄 시편 |
| 5— 304 스테인리스강 시편 | 10— 스테인리스강 볼트 |

그림 C.2 시편묶음 조립

C.4.2. 샘플 준비

연료전지 냉각수 농축액을 50% 부피 용액으로 희석해 시험하며 희석액을 직접 시험한다.

C.5. 시험절차

- C.5.1. 시험에 사용되는 시험컵, 고무마개, 온도계, 가스 확산관, 응축관을 철저히 세척, 건조한다.
- C.5.2. 조립된 3세트의 재료 시편 묶음을 각각 3개의 시험컵에 넣고, 각 시험컵에 냉각수 시험용액 750mL를 붓는다. 그림 C.1에 따라 고무마개, 온도계, 가스 확산관, 응축관을 조립한다. 응축관 끝단은 고무마개로 나와야 한다. 가스 확산관의 확산헤드는 시편묶음에서 최소 12.7mm 떨어져 있어야 하며 둘은 직접 접촉해서는 안 된다.
- C.5.3. 시험컵을 가열장치에 넣고 응축수 및 가스 라인을 연결한다. 냉각수 90°C±2°C, 공기유량 100mL/min±10mL/min에서 336h±2h 동안 계속해서 시험한다. 시험 시 매일 시험 상황을 확인해 시험온도 및 공기 유량, 액면 높이가 요구사항을 충족하도록 한다. 샘플이 증발로 인해 손실된 경우 즉시 물을 보충해야 한다.
- C.5.4. 시험 종료 후 시험컵을 꺼내 실온까지 식힌다. 재료 시편 묶음을 꺼내 분해한 후 수돗물에서 부드러운 브러시로 각 시편을 살살 문질러 표면의 부착물을 제거한다.
- C.5.5. 상기 처리 후 시편을 무수에탄올로 세척, 건조한다. 건조 후 정확도 0.1mg으로 무게를 측정한다.

C.6. 결과 계산

시편의 질량 변화는 공식(C.1)에 따라 계산한다.

$$\Delta M = (M_1 - M_2) \times 1000 \dots\dots\dots (C.1)$$

식에서

ΔM — 시편의 질량 변화 값, 단위 mg

M_1 — 시험 전 시편 질량, 단위 g

M_2 — 시험 후 시편 질량, 단위 g

C.7. 결과 보고

시편 질량 변화 보고 시 3세트 병렬시험의 산술 평균값을 시험 결과로 취하며 정확도는 0.1mg이다.

부록 D
(규범성)

연료전지 냉각수의 순환 벤치 부식 시험방법

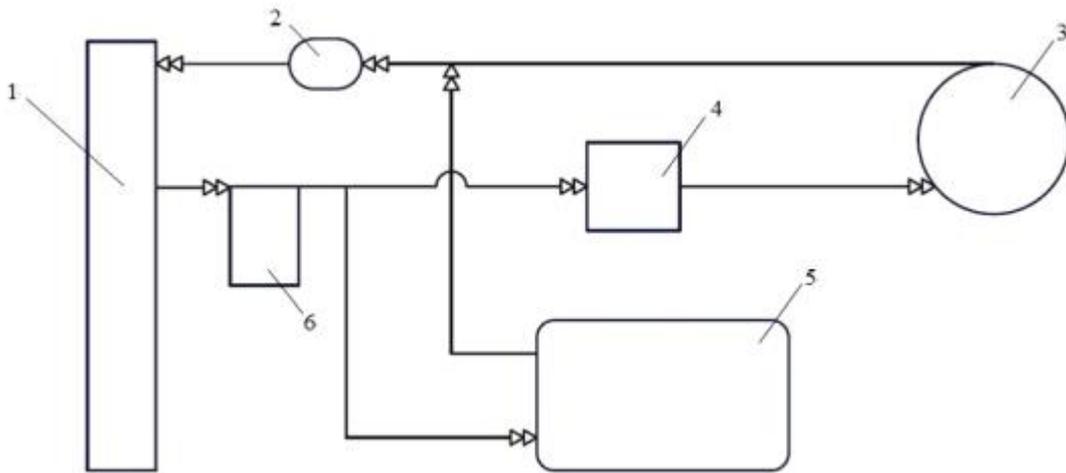
D.1. 방법 개요

연료전지 냉각수를 연료전지 스택, 라디에이터, 워터펌프, 저장 탱크, 고무관 등으로 구성된 폐쇄형 시험장치에 넣고 90°C 및 일정 유량 조건에서 1,064h 동안 순환한다. 시험 종료 후 저장 탱크 내 스택 열관리 시스템에 사용되는 전형적인 재료 시편의 질량 변화를 측정하고 순환시스템 각 부품의 내표면 상태를 확인, 연료전지 냉각수의 부식 방지 성능을 평가한다.

D.2. 장비

D.2.1. 순환 벤치

D.2.1.1. 연료전지 냉각수의 순환 벤치 시험장치는 주로 연료전지 스택, 라디에이터, 워터펌프, 저장 탱크, 컨트롤러 본체 등으로 구성된다(그림 D.1 참고).

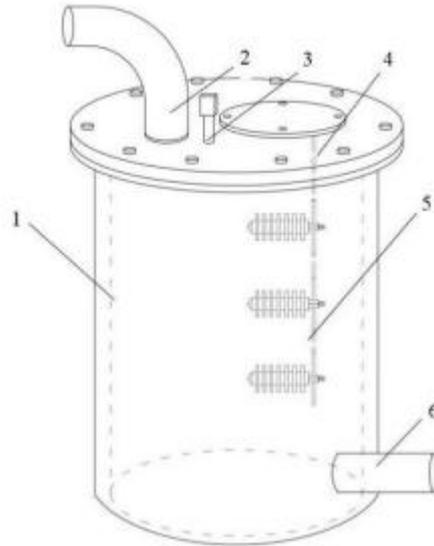


번호 설명

- | | |
|-----------|-------------|
| 1 — 라디에이터 | 4 — 유량계 |
| 2 — 관찰관 | 5 — 연료전지 스택 |
| 3 — 저장 탱크 | 6 — 워터펌프 |

그림 D.1 순환 벤치 시험장치

D.2.1.2. 저장 탱크: 시험 재료 시편묶음(그림 D.2 참고)을 넣는 데 사용된다. 304 스테인리스강 재질이며 탱크 내경은 약 200mm, 높이는 약 300mm다. 윗면 덮개 부분은 액체배출구, 온도센서 연결구, 원형 커버가 있다. 원형 커버 하단에는 304 스테인리스강 브라켓(길이 250mm, 너비 20mm, 두께 2mm)이 설치되어 있다.



번호 설명

- | | |
|-----------|-----------------------|
| 1—— 저장 탱크 | 4—— 윗면 덮개 |
| 2—— 액체배출구 | 5—— 스테인리스강 브라켓 및 시편묶음 |
| 3—— 온도센서 | 6—— 액체주입구 |

그림 D.2 저장 탱크

- D.2.1.3.** 라디에이터: 알루미늄 재질, 연료 전지차량 전용 라디에이터
- D.2.1.4.** 워터펌프: 내고온 차량용 전자식 워터펌프, 연결구 직경 20mm, 양정 11m 이상, 유속 30L/min 이상
- D.2.1.5.** 연료전지 스택: 흑연 양극판 혹은 금속 양극판 냉각 채널 내장
- D.2.1.6.** 전도율 측정기: 온라인 전도율 측정기, 측정범위 (0.0 ~ 100) μ S/cm, 정확도 0.1 μ S/cm
- D.2.1.7.** 고무관: EPDM관, 내경 약 20mm
- D.2.1.8.** 연결관: 나일론관 혹은 EPDM관
- D.2.1.9.** 기타 파이프 피팅 및 조인트: 나일론 혹은 304 스테인리스강 재질
- D.2.1.10.** 전기히터: 저장 탱크 외부에 감겨 있으며 출력은 2kW. 주변은 보온 및 화상방지층이 있어야 함
- D.2.1.11.** 온도센서: 측정범위 150°C 이상
- D.2.1.12.** 유량센서: 직경 DN20 터빈 유량계
- D.2.1.13.** 압력센서: 측정범위 200kPa 이상
- D.2.1.14.** 컨트롤러 본체: 필요한 시험온도 및 유량, 시험시간을 조절, 제어할 수 있음

D.2.2. 저울

눈금 값 0.1mg, 최대 측정 무게 200g 이상

D.3. 시약 및 재료

- D.3.1. 물: GB/T 6682—2008의 1급수 요구사항을 충족해야 한다.
- D.3.2. 재료 시편: 표 C.1의 요구사항을 충족해야 한다.
- D.3.3. 스테인리스강 볼트: 공칭직경 4.0mm, 볼트 길이 75.0mm, 해당 규격 너트 및 와셔 포함
- D.3.4. 절연슬리브: PTFE 재질, 외경 6.5mm, 벽 두께 1.0mm, 길이 55.0mm
- D.3.5. 절연와셔: PTFE 재질, 외경 12.0mm, 내경 7.0mm, 두께 4.5mm
- D.3.6. 샌드페이퍼: 입도 P320의 방수 실리콘카바이드 샌드페이퍼

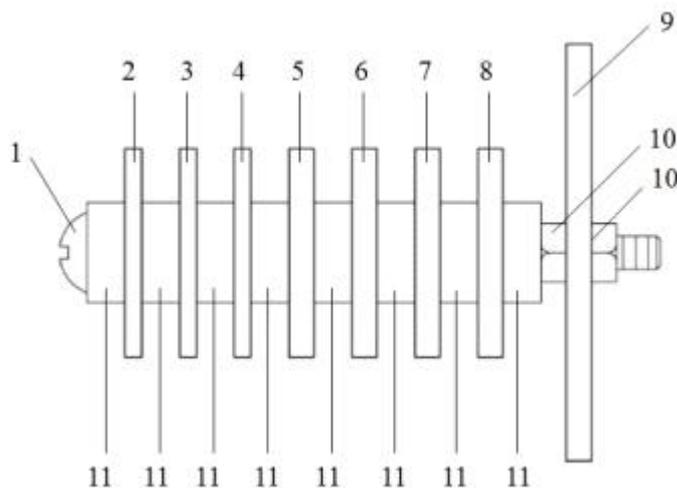
D.4. 준비 작업

D.4.1. 순환 벤치 준비

- D.4.1.1. 저장 탱크: 저장 탱크 내부 녹 및 스케일을 제거하고 물로 깨끗이 행군 후 압축공기로 건조한다. 저장 탱크 및 내표면 상태를 확인한다. 심각한 부식 부위 혹은 누수 구멍이 있는 경우 새 저장 탱크로 교체해야 한다. 탱크 본체와 상부 덮개 사이 실링을 교체하고 상부 덮개를 나사로 조인다.
- D.4.1.2. 매번 시험 전에 라디에이터와 고무관 등 부품을 새로 교체하고 각 부품을 재조립해야 한다.
- D.4.1.3. 시험장치 세척: 전체 시스템에 물을 채우고 워터펌프 및 히터를 작동시켜 60°C에서 20min간 운전한 후 정지한다. 시스템 내의 물을 완전히 배출한다.

D.4.2. 시편 준비

- D.4.2.1. 재료 시편을 부록 C의 절차에 따라 샌딩, 세척, 무게 측정을 한다.
- D.4.2.2. 준비된 재료 시편을 순서(그림 D.3 참고)에 따라 시편묶음으로 조립 후 차례대로 저장 탱크 커버 브라켓에 조립한다. 시편의 긴 변은 수평 방향을 유지하고 양 끝단은 너트로 조인 후 커버를 저장 탱크에 설치한다.



번호 설명

- | | |
|---------------|------------------|
| 1—— 스테인리스강 볼트 | 7—— 3003 알루미늄 시편 |
| 2—— H70 황동 시편 | 8—— 4043 알루미늄 시편 |

- | | |
|---------------------|---------------|
| 3— 티타늄 시편 | 9— 커버 브라켓 |
| 4— 304 스테인리스강 시편 | 10— 스테인리스강 너트 |
| 5— 흑연 시편 | 11— 절연와셔 |
| 6— YL113 주조 알루미늄 시편 | |

그림 D.3 시편목록 조립

D.4.3. 샘플 준비

연료전지 냉각수 농축액을 50% 부피 용액으로 희석해 시험하며 희석액을 직접 시험한다.

D.4.4. 시험조건

D.4.4.1. 연료전지 냉각수 순환 유량은 20L/min를 유지한다.

D.4.4.2. 시험온도: 작동 정지 시를 제외하고 시험온도는 $90^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 를 유지한다.

D.4.4.3. 시험시간: 순환 벤치는 76h 연속 운전 후 8h 정지한다. 14사이클을 연속 진행하며 총 시험시간은 1,064h이다.

D.5. 시험절차

D.5.1. 샘플 주입: 연료전지 냉각수 샘플을 라디에이터 주입구를 통해 시스템으로 주입한다. 워터펌프를 작동시키고 시스템 순환 상황을 확인한다. 실온에서 운전상태를 유지하고 주입구 및 관찰관에서 액체 흐름을 관찰한다. 필요 시 시스템에 혼입된 공기가 제거되고 워터펌프가 멈출 때까지 샘플을 보충한다.

D.5.2. 시편 사전 담금: 라디에이터 커버를 다시 덮고 시험 시편을 냉각수에 담근다. 워터펌프 및 히터를 작동시키지 않고 24h 방치한다.

D.5.3. 시스템 가동: 워터펌프를 작동시키고 가열해 시스템 온도를 시험온도까지 높인다. 시스템 각 부품에 누수 등 이상상황이 있는지 확인하고 시스템 압력변화를 모니터링한다.

D.5.4. 시험 운전: 시스템을 연속 76h 작동 후 8h 정지한다. 이런 식으로 1,064h이 완료될 때까지 매주 152h씩 7주 연속 작동한다. 시스템 정지 시 보충 케틀의 액면을 확인한다. 액면이 수위선 아래인 경우 원래 연료전지 냉각수 샘플을 보충해야 한다.

D.5.5. 시험 종료: 시스템 누적 1,064h 작동 후 시험을 종료한다. 샘플을 배출하고 즉시 시험 시편목록을 분해한 후 부록 C의 C.5.4~C.5.5 절차에 따라 세척, 무게 측정을 한다.

D.5.6. 샘플링 및 분석: 시험 후 연료전지 냉각수 샘플 200mL를 꺼낸다. 시험 후 연료전지 냉각수의 전도율 및 원소 함량을 측정한다. 필요한 경우 시험 중에 샘플링 및 분석을 할 수도 있다.

D.6. 결과 분석

시편의 질량 변화는 공식(C.1)에 따라 계산한다.

D.7. 결과 보고

D.7.1. 시편의 질량 변화는 3세트 시험편의 산술평균값을 시험결과로 보고하며 정확도는 0.1mg이다.

D.7.2. 시험한 연료전지 냉각수의 전도율, 철 함량, 구리 함량, 알루미늄 함량을 보고한다.

부록 E
(규범성)

연료전지 냉각수와 플라스틱 소재 호환성 시험방법

E.1. 방법 개요

플라스틱 시편을 연료전지 냉각수에 담그고 80°C±2°C에서 168h±2h 동안 유지한다. 플라스틱 시편의 질량 변화를 검사한다.

E.2. 시험기구 및 재료, 시약

- E.2.1.** 시험컵: 내열유리로 제작, 내경 약 70mm, 높이 약 90mm, 용적 약 350mL, 주석 도금 철제 뚜껑 포함
- E.2.2.** 오븐: 80°C±2°C로 온도 제어 가능
- E.2.3.** 온도계: -20°C ~ 150°C, 눈금값 1°C
- E.2.4.** 저울: 눈금값 0.1mg, 최대 측정 무게 200g 이상
- E.2.5.** 버니어캘리퍼스: 눈금값 0.02mm
- E.2.6.** 폴리에틸렌 플라스틱: 재질은 GB/T 40169—2021에 규정된 PE-HD I 류 고밀도 폴리에틸렌 요구사항을 충족해야 하며 시편 크기는 50mm×20mm×2mm
- E.2.7.** 폴리프로필렌 플라스틱: 재질은 GB/T 39937—2021에 규정된 PP-H류 1.3그룹 폴리프로필렌 요구사항을 충족해야 하며 시편 크기는 50mm×20mm×2mm
- E.2.8.** 무수에탄올(C₂H₆O): 분석용

E.3. 시험절차

- E.3.1.** 오븐 온도를 높여 80°C±2°C로 제어하고 시험컵 2개를 깨끗이 씻어 말린다.
- E.3.2.** 종류별로 플라스틱 시편 2개씩을 선택하고 표시를 한다. 에탄올로 씻고 여과지로 흡수한 후 실크천으로 닦고 송풍기로 말린다.
- E.3.3.** 시편의 시험 전 질량 M₁을 측정하고 시편의 길이, 너비, 두께를 측정한 후 시편의 표면적 S를 계산한다.
- E.3.4.** 동일 재료의 시편을 동일 시험컵에 넣고 냉각수 300mL를 붓는다. 시편을 시험컵에 겹치지 않게 분산하고 컵 뚜껑을 닫은 후 80°C±2°C의 오븐에 넣고 168h±2h 동안 유지한다.
- E.3.5.** 시험컵을 꺼내 실온까지 식힌 후 시편을 꺼낸다. 에탄올로 씻고 여과지로 흡수한 후 실크천으로 닦고 송풍기로 말린다.
- E.3.6.** 시편의 시험 후 질량 M₂를 측정한다.

E.4. 결과 계산

플라스틱 시편의 질량 변화(M)는 공식(E.1)에 따라 계산한다.

$$M = \frac{M_2 - M_1}{S} \times 100\% \quad \text{(E. 1)}$$

식에서

M — 플라스틱 시편의 질량 변화, 단위 mg/cm^2

M_1 — 플라스틱 시편의 시험 전 질량, 단위 mg

M_2 — 플라스틱 시편의 시험 후 질량, 단위 mg

S — 플라스틱 시편의 표면적, 단위 cm^2

E.5. 결과 보고

플라스틱 시편의 질량 변화를 보고하며 정확도는 $0.1\text{mg}/\text{cm}^2$ 이다.

부록 F
(규범성)
연료전지 냉각수의 안정성 시험방법

F.1. 방법 개요

연료전지 냉각수 샘플을 규정 온도에 따라 일정 시간 유지한 후 샘플의 외관 상태를 관찰하고 전도율을 측정하여 냉각수의 열안정성을 평가한다.

F.2. 시험기구

F.2.1. 오븐: $60^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 온도 제어 가능

F.2.2. 저온챔버: $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 온도 제어 가능

F.2.3. 마개 달린 넓은 입구 병: 용량 125mL

F.2.4. 눈금실린더: 100mL, 눈금값 1mL

F.2.5. 전도율측정기: A.2.1과 동일

F.3. 시험절차

F.3.1. 열안정성

F.3.1.1. 연료전지 냉각수 샘플 100mL를 깨끗하고 건조한 넓은 입구 병에 붓는다. 마개를 막고 $60^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 오븐에 넣은 후 $168\text{h}\pm 2\text{h}$ 동안 유지한다.

F.3.1.2. 꺼내 실온까지 식힌 후 1h 동안 방치한다. 샘플에 색상변화, 침전 혹은 부유물 생성 등의 현상이 있는지 관찰하고 샘플의 전도율을 측정한다.

F.3.2. 저온안정성

F.3.2.1. 연료전지 냉각수 샘플 100mL를 깨끗하고 건조한 넓은 입구 병에 붓는다. 마개를 막고 $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 저온챔버에 넣은 후 $24\text{h}\pm 2\text{h}$ 동안 유지한다.

F.3.2.2. 꺼내 실온까지 식힌 후 1h 동안 방치한다. 샘플에 색상변화, 침전 혹은 부유물 생성 등의 현상이 있는지 관찰하고 샘플의 전도율을 측정한다.

F.4. 결과 보고

시험 후 샘플의 외관 및 전도율을 보고한다.

부록 G
(규범성)
연료전지 냉각수와 탈이온화기 호환성 시험방법

G.1. 방법 개요

연료전지 냉각수를 탈이온화기로 여과한 후 샘플의 색상변화를 관찰한다.

G.2. 시험기구 및 재료

G.2.1. 탈이온화기: 연료전지차량용 탈이온화기, 공급자와 수요자 쌍방이 협의해 결정할 수도 있음

G.2.2. 저장케틀: 용적 2L 이상

G.2.3. 전자식 워터펌프: 연결구 20mm, 유속 5L/min 이상

G.2.4. 연결 파이프: 실리콘고무관, 내경 20mm

G.3. 시험절차

G.3.1. 탈이온화기 및 저장케틀, 전자식 워터펌프를 직렬 연결하고 폐쇄 루프 회로 시스템으로 조립한다.

G.3.2. 시스템에 충분한 양의 연료전지 냉각수를 붓고 워터펌프를 30min 동안 작동시킨 후 정지한다.

G.3.3. 시험 후 샘플을 꺼내고 시험 전 샘플과 비교하여 색상변화를 관찰한다.

G.4. 결과 보고

샘플의 색상변화를 보고한다.