SPS-B-KEAA 0041-7547

SPSPSPSP
SPSPSPS
SPSPSP
SPSPS
SPSP
SPS



표시 가스소비량 70 kW 이하 가습연소 가스보일러

SPS-B-KEAA 0041-7547:2023

한국에너지기기산업진흥회

2023년 01월 06일 제정

심 의 : 한국에너지기기산업진흥회 단체표준심사위원회

	성 명	근 무 처	직 위
(위원장)	김성민	한양대학교	수석연구원
(위 원)	남기환	㈜귀뚜라미	이 사
	이봉수	한국기계전기전자시험연구원	센 터 장
	이헌재	린나이코리아㈜	본 부 장
	정진향	㈔소비자와함께	전 문 위 원
	조명환	㈜경동나비엔	팀 장
	홍영기	한국지역난방공사	팀 장
(간 사)	김효엽	한국에너지기기산업진흥회	책임연구원

원안작성협력 : 한국에너지기기산업진흥회

	성 명	근 무 처	직 위
(연구책임자)	강영각	한국에너지기기산업진흥회 연구개발인증본부	본 부 장
(참여연구원)	강재철	한국에너지기기산업진흥회 연구개발인증본부	팀 장
	오석호	한국에너지기기산업진흥회 연구개발인증본부	책임연구원
	송기종	한국에너지기기산업진흥회 연구개발인증본부	책임연구원
	김효엽	한국에너지기기산업진흥회 연구개발인증본부	책임연구원
	이원준	한국에너지기기산업진흥회 연구개발인증본부	연 구 원

표준열람 : e나라표준인증(http://www.standard.go.kr)

제 정 자 : 한국에너지기기산업진흥회 등 록 : 한국표준협회
제 정 : 2023년 01월 06일
심 의 : 한국에너지기기산업진흥회 단체표준심사위원회
원안작성협력 : 한국에너지기기산업진흥회

이 표준에 대한 문의사항이 있을 시 e나라표준인증 웹사이트에 등록된 표준담당자에게 연락 바랍니다.

이 표준은 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진운용 요령 제11조의 규정에 따라 매3년마다 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

목 차

머 리 말 iii
1 적용범위 1
2 인용표준 1
3 용어와 정의 2
4 종류 3
5 성능 3
5.1 가스 소비량 3
5.2 표시 출력 3
5.3 가습연소 가스보일러 총 열효율 3
5.4 연소상태 3
5.5 연소 배출가스 중의 먼지 농도 3
5.6 온도상승 4
5.7 연속 연소 4
6 일반 구조 4
6.1 일반사항 4
6.2 가습연소식 버너 4
6.3 폐열 회수 열 교환기 5
6.4 물 분사 노즐 5
7 안전장치의 구조 5
7.1 일반사항 5
7.2 재통전 시의 안전장치 5
7.3 과열 방지 안전장치 5
7.4 헛불 안전장치 6
7.5 저온 동결 방지 장치 6
7.6 릴리프 밸브(과압 방지용 안전장치) 6
7.7 재점화 시의 안전장치 6
8 재료와 치수 6
9 시험 8
9.1 일반사항 8
9.2 구조, 재료와 치수 시험 8
9.3 가스 소비량 시험 8
9.4 열효율 시험 9
9.5 연소상태 시험 10
9.6 연소 배출가스 중의 먼지 농도 측정 11
9.7 온도상승 시험 12
9.8 연속 연소 시험 12
9.9 장비 정밀도 12
10 표시 13
10.1제품의 표시 13
11 취급 설명서 13
부속서 A (참고) 부분 부하 시 효율의 보정 15
A.1 습도 15
A.2 환수 온도에 대한 효율 보정 15
A.3 전체 보정 16

부속서 B (규정) 배출 가스 내의 NOx 측정방법 17
B.1 시험 조건 17
B.2 측정 방법 17
B.3 질량측정 계산 18
참고문헌 20
SPS-B-KEAA 0041-7547:2023 해 설 21

머 리 말

이 표준은 한국에너지기기산업진흥회에서 원안을 갖추고 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진 운영 요령에 따라 한국에너지기기산업진흥회 단체표준 심사위원회를 거쳐 제정된 단체표준이다.

이 표준은 저작권법의 보호 대상이 되는 저작물이다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 한국에너지기기산업진흥회의 장과 단체표준 심사위원회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

단체표준

SPS-B-KEAA 0041-7547:2023

표시 가스소비량 70 kW 이하 가습연소 가스보일러

Humidifying combustion gas boiler with nominal gas consumption of up to 70 kW

1 적용범위

이 표준은 표시 가스 소비량이 70 kW 이하이며, 폐열 회수 열 교환기의 급기 회로에 물을 분사하여 급기(연소용 공기)의 습도와 온도를 높여 연소하는 방식의 가습연소 가스보일러(이하,"보일러"라 한다.)에 대하여 규정한다.

2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS B 8101, 가스 연소기기의 시험 방법
KS B 8102, 가스 연소기기의 구조 통칙
KS B 8109, 가스 온수 보일러
KS B 8127, 콘덴싱 가스 온수 보일러
KS C 3101, 전기용 연동선
KS C 3102, 전기용 경동선
KS D 3534, 스프링용 스테인리스 강대
KS D 3535, 스프링용 스테인리스 강선
KS D 3536, 기계 구조용 스테인리스강 강관
KS D 3544, 용융 알루미늄 도금 강판 및 강대
KS D 3576, 배관용 스테인리스 강관
KS D 3698, 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 3702, 스테인리스 강선재
KS D 3705, 열간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 3706, 스테인리스 강봉
KS D 5101, 구리 및 구리합금 봉
KS D 5201, 구리 및 구리합금 판 및 띠
KS D 5301, 이음매 없는 구리 및 구리합금 관
KS D 5545, 구리 및 구리 합금 용접관

KS D 6008, 알루미늄 합금 주물
KS D 6005, 아연 합금 다이캐스팅
KS D 6006, 다이캐스팅용 알루미늄 합금
KS D 6701, 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 띠
KS D 6713, 알루미늄 및 알루미늄 합금 용접관
KS D 6759, 알루미늄 및 알루미늄합금 압출 형재
KS D 6761, 이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄 합금 관
KS D 6763, 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선
KS I 2200, 연도가스의 오염물질 측정방법
SPS－KFCA－D4301－5015, 회 주철품

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1
가습연소 가스보일러(humidifying combustion gas boiler)
특정 작동 조건과 온도에서 난방 또는 온수 공급 시에 효율 향상과 유해 배출가스 저감을 목적으로 폐열 회수 열 교환기를 장착하고 폐열 회수 열 교환기의 급기 회로에 물을 분사하여 가습예열공기를 연소용 공기로 사용하는 구조의 보일러

3.2
응축수(condensate)
응축 과정을 통해서 연소 생성물로부터 형성된 액체

3.3
폐열 회수 열 교환기(heat recovery heat exchanger)
폐열 증기(배출가스)의 열을 회수하여 급기(연소용 공기)를 예열하는 장치

3.4
폐열 회수 열 교환기 급기 회로(heat recovery heat exchanger air supply circuit)
폐열 회수 열 교환기에서 보일러의 급기(연소용 공기)가 이동하는 통로

3.5
폐열 회수 열 교환기 배기 회로(heat recovery heat exchanger exhaust circuit)
폐열 회수 열 교환기에서 보일러의 배출가스가 이동하는 통로

3.6
물 분사 노즐(water spary nozzle)
폐열 회수 열 교환기의 급기 회로에 물을 분사하는 장치

3.7
부하조정범위(turn down ratio)
TDR
보일러의 표시가스소비량 대비 최소가스소비량의 비

4 종류

보일러의 종류 중 설치 방식, 급배기 방식은 KS B 8102, **표** 2와 **표** 3과 같이 구분하고, 설치 형태, 온수 공급 방식, 난방수 순환 방식 및 용도에 따른 구분은 KS B 8109, **표** 1부터 **표** 4와 같이 구분한다.

5 성능

이 표준에서 명시되지 않은 보일러의 성능은 KS B 8101에 따라 시험하였을 때, KS B 8127의 **표** 1의 성능을 만족하여야 하며, 그 밖의 것은 다음을 따른다.

5.1 가스 소비량

9.3에 따라 시험하여 표시 가스 소비량에 대한 측정 가스 소비량의 정밀도가 ±5 % 이내이어야 한다.

5.2 표시 출력

9.4에 따라 시험하여, 효율 측정값과 표시가스소비량의 곱이 표시출력 이상이어야 한다.

5.3 가습연소 가스보일러 총 열효율

가습연소 가스보일러 전 부하 효율과 부분 부하 효율의 산술평균으로서 총 열효율은 94 % 이상이어야 한다.

5.3.1 가습연소 가스보일러 전 부하 효율

9.4에 따라서 시험하였을 때, 최대 가스소비량에서의 효율은 91 % 이상이어야 한다.

5.3.2 가습연소 가스보일러 부분 부하 효율

9.4에 따라서 시험하였을 때, 표시 가스소비량의 30 %에 해당하는 소비량에서 부분 부하 효율은 96 % 이상이어야 한다.

5.4 연소상태

5.4.1 CO 농도

9.5에 따라서 시험하였을 때, 가습연소 가스보일러 전 부하 효율과 부분부하 효율 조건에서 각각 측정한 값의 산술 평균값으로 하며, 이론 건조 연소 가스 중 CO 농도(이하, “CO %”라 한다)는 기준 가스(R-1 또는 P-1)를 사용할 경우 0.008 % 이하이고, 불완전연소한계가스(1-1 또는 B-1)를 사용할 경우 0.20 % 이하이어야 한다.

5.4.2 NO_x 농도

9.5에 따라 시험하였을 때, NO_x 농도가 50 mg/kWh 이하이어야 한다.

5.5 연소 배출가스 중의 먼지 농도

연소 배출가스 중의 먼지 농도 측정은 **9.6**에 따라 시험하였을 때 먼지 농도가 10 mg/m^3 이하이어야 한다.

5.6 온도상승

보일러 각부의 온도상승은 **9.7**에 따라 시험하였을 때, **표** 1에 나타낸 값 이하이어야 한다.

표 1 – 온도상승 기준

단위 : K

온도 상승(K)	기준
조작 시 손이 닿는 부분의 표면(손잡이류)	금속제 35 K 이하 도자기제 45 K 이하 플라스틱제 60 K 이하
조작 시 손이 닿을 우려가 있는 부분의 표면(연소 가스의 배출부 등은 제외)	금속제 60 K 이하 유리, 도자기제 80 K 이하 플라스틱제 100 K 이하
건전지의 표면	35 K 이하
가스 차단 밸브 몸체의 가스가 통하는 부분의 바깥 표면	65 K 이하
점화 유닛(압전 소자를 포함)의 표면	65 K 이하
기구 거버너의 가스가 통하는 부분의 바깥 표면	50 K 이하
보일러 본체	60 K 이하

5.7 연속 연소

9.8에 따라 시험하여 다음 조건을 만족하여야 한다.

a) 가스 통로의 기밀은 KS B 8127, **표** 1의 가스 통로의 기밀 항에 적합하여야 한다.
b) 연소상태는 시험 종료 전 측정한 CO농도(부피 %)가 0.008 % 이하이어야 한다.
c) 연소장치 및 열 교환기는 소손, 변형, 부식, 균열 등의 손상이 발생하지 않으며 비정상 소화가 발생하지 않아야 한다.
d) 응축수를 수집하여 배출시키는 지점을 제외한 보일러의 다른 부위에서 응축수가 발견되지 않아야 하며, 보일러의 작동에 악영향을 주지 않아야 한다.
e) 급기 회로 내 물의 배출이 원활하지 않거나 누수가 없어야 하며, 보일러의 작동에 악영향을 주지 않아야 한다.

6 일반 구조

6.1 일반사항

보일러와 보일러 각 부의 구조는 KS B 8127에 따르고, 그 밖의 것은 다음에 따른다.

6.2 가습연소식 버너

가습연소식 버너는 폐열 회수 열 교환기로부터 회수한 폐열을 이용하여 분사된 물을 증발시켜 급기(연소용 공기)의 온도와 습도를 높여 연소하는 장치로서 급기 팬, 급기 팬 케이스, 버너로 구성되며 운전 중 각 부에 이상이 생기지 않는 구조로 하고, 그 주요 구성부품은 다음에 따른다.

a) 급기팬은 외기를 흡입하여 공기와 가스를 버너로 이송하는 장치로서 운전에 지장을 주는 진동이나 이상 소음이 발생하지 않는 구조이어야 한다.
b) 급기 팬 케이스는 운전 및 성능에 지장을 주는 내부 단락 또는 축 관통 부분에서의 누기가 없어야 한다.
c) 연소장치는 가습된 급기를 연소용 공기로 사용하여 연소시키는 장치로서 리베팅부, 용접부, 그 밖의 위치에 사용상 지장이 있는 결점이 없어야 한다.

6.3 폐열 회수 열 교환기

a) 폐열 회수 열 교환기의 전열판 간 실링을 위해 고무 재질의 가스켓을 사용하는 경우 화합 접착제가 유로 내부로 유입되는 현상이 없어야 한다.
b) 열교환 성능 향상을 위하여 친·소수성 소재의 코팅을 사용한 경우 코팅 액이 응고되어 유로의 막힘 현상이 없어야 한다.
c) **9.8**에 따라 시험하였을 때, 폐열 회수 열 교환기의 급기 회로부는 가습으로 인한 물고임 현상과 누수가 없어야 하며, 배기 회로부는 누기 현상이 없어야 한다.

6.4 물 분사 노즐

a) 물 분사 노즐의 내면과 외면은 매끈하고, 균열, 홈, 녹 등이 없어야 한다.
b) 물 분사 노즐의 접속부 또는 노즐로부터의 누수가 없어야 한다.
c) **9.3**에 따라 시험하였을 때, 물 분사 노즐로부터 토출되는 분무 또는 곧은 물줄기는 규정된 압력과 유량으로 지속적으로 유지되어야 한다. 다만, 연속연소 시험 후 CO농도를 15분간 측정하였을 때 기준 값을 만족하는 경우 분무 또는 곧은 물줄기가 규정된 압력과 유량으로 유지된다고 간주한다.
d) 물 분사 형식은 부하 변동에 따른 유량 조절이 가능해야 하며, 전원 차단 시 노즐은 닫힘 위치에 있어야 한다.

7 안전장치의 구조

7.1 일반사항

안전장치에 대해서는 KS B 8127, **표** 1의 성능을 갖추고 다음에 따라야 한다.

7.2 재통전 시의 안전장치

가정용 전원을 사용하는 보일러의 재통전 시의 안전장치는 정전으로 막힌 가스 통로가 다시 통전된 경우에 자동적으로 다시 열리지 않든가 또는 자동적으로 재점화하는 것이어야 한다. 다만, 정전 시에도 소화되지 않는 것은 예외로 한다.

7.3 과열 방지 안전장치

과열 방지 안전장치는 다음에 따른다.

a) KS B 8102의 **5.13.4**에 따른다.
b) 온도 조절기가 고장 등에 의하여 이상이 생겼을 때, 대기 차단식의 경우 난방수 온도가 121 ℃(난방 배관 내의 압력이 100 kPa), 대기 개방식의 경우 난방수 온도가 110 ℃ 미만에서 작동하는 수동 복귀 안전장치가 작동하여 연소를 차단하든가 또는 파일럿 연소가 되는 구조이어야 한다.

7.4 헛불 안전장치

헛불 안전장치는 다음에 따른다.

a) 물이 없을 때나 물이 흐르지 않을 때는 메인 버너의 가스 통로가 열리지 않든가, 또는 열린 경우에는 보일러가 손상되기 전에 자동적으로 메인 버너의 가스 통로를 막아야 한다.

b) 이상 온도를 감지하여 작동하는 것은 온도 감온부의 온도가 평상이 되어도 자동적으로 가스 통로가 다시 열리지 않아야 한다.

7.5 저온 동결 방지 장치

보일러 안에 저장된 물의 동결을 방지하기 위하여 가열시키는 장치, 또는 물을 유동시키는 구조의 장치가 자동적으로 가동되어야 한다.

7.6 릴리프 밸브(과압 방지용 안전장치)

릴리프 밸브는 보일러의 물 통로 내부 압력 100 kPa[1)]에 도달하면, 열려서 압력을 물 통로 밖으로 빼내는 구조이어야 한다.

7.7 재점화 시의 안전장치

강제 급배기식 보일러의 재점화 시의 안전장치(폭발 점화 방지용 안전장치)는 파일럿 버너와 버너가 저절로 꺼짐, 불이 꺼짐 등에 의해 불이 꺼진 후 다시 점화 조작할 때 폭발성이 없이 점화되어야 한다.

8 재료와 치수

기기에 사용되는 재료는 통상의 사용, 보수 조건에서 받을 가능성이 있는 기계적・화학적・열적 작용에 견딜 수 있는 것으로서, 다음 각 항에 적합하여야 한다.

a) 가스를 내포하는 부분의 재료는 KS B 8101, **표** 17의 1.(내열성 시험)에 따라 시험하여 500 ℃(나사 이외의 가스 접속구에 대해서는 350 ℃)에서 용융되지 않는 불연 재료로서, 다음의 어느 한가지에 적합한 재료(이하 내식성 재료라 한다.)일 것. 다만, 패킹류(다이어프램 및 고무제 밸브 시트를 포함한다. 이하 동일하다.), 실재(그리스를 포함한다. 이하 동일하다.) 등의 기밀 유지 부재는 제외한다.
   1) **표** 2에 표시한 것 또는 이와 동등 이상의 내식성이 있을 것.
   2) 도금을 한 금속 재료에 KS B 8101, **표** 17의 2. a)(금속 재료의 염수 분무 시험)에 따라 24시간 시험하여 부식이 없을 것. 또는 레이팅 번호가 9.8～9의 부식 면적률인 것을 확인한 것.
   3) 도장에 의한 표면 처리를 한 금속 재료는 KS B 8101, **표** 17의 2. b)(도막의 염수 분무 시험)에 따라 24시간 시험하였을 때, 기준값 이상의 녹, 부풂 및 벗겨짐이 없는 것을 확인한 것.

b) 가스가 통하는 부분에 사용하는 패킹류, 실재 및 그 밖의 금속 이외의 기밀 유지 부재는 다음에 따른다.
   1) 패킹류의 고무, 플라스틱 등의 재료는 KS B 8101, **표** 17의 3. a)(패킹류)에 따라 시험하여 무게 변화율이 20 % 이내이고, 또 사용상 지장이 있는 연화・취화 등이 없을 것.
   2) 실재는 KS B 8101, **표** 17의 3. b) (실재)에 따라 시험하여, 무게 변화율이 가스 온도 20 ℃인

[1)] 사용 최고 수두압이 100 kPa 이상인 보일러에 대해서는 표시 수두압으로 한다.

경우 10 % 이내, 가스 온도 4 ℃인 경우 25 % 이내일 것.

c) 도전 재료는 동, 동합금, 스테인리스강 또는 이것과 동등 이상의 전기적·열적 및 기계적인 안정성을 갖고 녹슬기 어려운 것일 것. 다만, 탄성을 필요로 하는 부분, 그 밖의 구조상 부득이한 부분에 사용하는 것으로 위험이 생길 염려가 없을 때는 이에 한하지 않는다.

표 2 – 내식성이 있는 금속 재료

재료	KS 번호
주물	KS D 6008
다이캐스팅	KS D 6005 KS D 6006
스테인리스 강재	KS D 3534 KS D 3535 KS D 3536 KS D 3576 KS D 3698 KS D 3702 KS D 3705 KS D 3706
표면 처리 강재	KS D 3544
알루미늄 및 알루미늄합금재	KS D 6701 KS D 6713 KS D 6759 KS D 6761 KS D 6763
동 및 동합금	KS C 3101 KS C 3102 KS D 5101 KS D 5201 KS D 5301 KS D 5545
비고 SPS－KFCA－D4301－5015의 2 mm 이상의 두께인 것은 내식성이 있는 재료로 본다.	

d) 단열재는 다음에 따른다
1) 최소한 120 ℃의 온도에서 변형을 일으키지 않고 견딜 수 있어야 하며, 또한 열 및 노화의 영향을 받는 중에도 단열 성능이 유지되어야 한다.
2) 단열재는 통상적으로 예상되는 열 및 기계적인 응력에 견딜 수 있어야 한다.
3) 단열재는 불연성 재료이어야 한다. 그러나 다음과 같은 경우에는 가연성 재료도 허용된다.
— 단열재가 물과 접촉하게 되는 표면에 적용될 때
— 단열재가 적용되는 표면의 온도가 통상의 작동 조건에서 85 ℃를 초과하지 않을 때
— 단열재가 적절한 두께의 불연성 재료로 보호되어질 때
4) 만일 화염이 단열재와 직접 접촉하게 되거나, 단열재가 배기가스 배출구와 인접한 위치에 부착하게 되는 경우, 단열재는 불연성 재료이거나 적절한 두께의 불연성 재료로 감싸져서 보호되어야 한다.

e) 가습연소식 버너의 구성부품의 재료는 다음에 따른다

1) 급기팬은 급기의 온도와 습도 변화에도 충분한 강도를 가져야 한다.
2) 급기 팬 케이스는 급기의 가습으로 인한 부식 방지를 위하여 내식성이 있는 재료 또는 내식처리를 한 재료이어야 한다.
3) 연소장치는 연소용 공기의 온도와 습도 증가에 따라 연소 시 적열 현상으로 인한 불꽃 구멍 및 버너 재질의 변형이 없어야 한다.

f) 이 밖의 보일러와 보일러 각 부의 재료와 치수는 KS B 8127에 따른다.

9 시험

9.1 일반사항

9.1.1 설치조건

유닛의 설치와 사용 상태는 이 표준의 각 항에 특별히 규정이 없는 경우는 제조자가 지정하는 상태(취급 설명서 등에 표시하는 상태)로 한다.

9.1.2 시험실조건

시험실의 조건은 이 표준의 각 항에 특별한 규정이 없는 경우에는 KS B 8101, **표** 1에 따른다.

9.1.3 시험가스

시험가스의 조건은 KS B 8101, 4절에서 규정하는 시험가스의 조건 또는 공급되는 압력으로 하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 현장시험의 경우 공급되는 가스와 압력으로 시험할 수 있으며 이때 시험조건을 기록하여야 한다.

9.2 구조, 재료와 치수 시험

구조, 재료 및 치수 시험은 KS B 8101과 KS B 8127에 따르고, 그 밖의 것은 그 내용에 따라 육안·조작, 그 밖의 적절한 시험 기구를 사용하여야 한다.

9.3 가스 소비량 시험

a) 가스 소비량의 측정은 보일러를 측정장치에 연결하고 기구 밸브, 서모스탯 등에 의하여 가스량을 조절하는 구조의 것은 가스량이 최대가 되는 상태에서 **9.4** a)에 따라 공급온도와 환수온도를 조절하여 측정한다.

b) 이 측정을 여러 회 하여 연속해서 측정한 값의 차가2 % 이하가 됐을 때의 산술 평균값에서 실측 가스량(V_a)을 구하며, 온도 15 ℃, 가스 표준 압력, 대기압, 건조 상태의 가스 소비량을 다음 식에 의해 산출한다.

$$Q_c = Q \times \frac{1000}{3600} \times V_m \times \sqrt{\frac{101.3 + P_g}{101.3} \times \frac{P_a + P_g}{101.3} \times \frac{288}{273 + t_g} \times \frac{d}{d_r}}$$

여기에서

Q_c : 총발열량으로(101.3 kPa, 15 ℃, 건조 가스) 보정된 가스 소비량(kW)

V_m : 습도, 온도 및 압력 조건하에서 가스미터를 통해 측정되는 부피 가스량(m^3/h)

Q : 적용되는 경우, 15 ℃, 101.3 kPa 건조 기준 가스의 총발열량(MJ/m^3)
t_g : 가스 미터의 가스 온도(℃)
d : 시험가스의 밀도
d_r : 기준가스의 밀도
P_g : 가스 미터에서의 가스 압력(kPa)
P_a : 시험을 실시하였을 때의 대기압(kPa)
101.3 : 대기압(kPa)

c) 측정가스 소비량의 표시가스 소비량에 대한 정밀도는 다음 식에 의해 산출한다.

$$\Delta Q_c = \frac{Q_c - Q_c O}{Q_c O} \times 100$$

여기에서
ΔQ_c : 측정가스 소비량의 표시가스 소비량에 대한 정밀도(%)
Q_c : 측정가스 소비량(kW, MJ/h)
$Q_c O$: 표시가스 소비량(kW, MJ/h)

9.4 열효율 시험

보일러를 **9.1.1**에 따라 설치하고, 시험 가스의 조건은 **9.1.3**에 따라 P-2 또는 R-2로 하며 KS B 8127, **표** 1의 **그림** 1과 **그림** 2에 도식적으로 나타낸 시험장치 또는 이와 동등한 결과를 얻을 수 있는 다른 시험장치로 하여 가스소비량이 가장 많은 상태로 공급온도와 환수 온도가 안정되었을 때 효율 측정을 시작하도록 한다.

a) 전 부하 효율은 난방 공급온도를 (70 ± 2) ℃, (다만, 보일러 설계상 이 온도에 도달하지 않는 경우는 제조자가 표시한 최고 난방온도 조건으로 한다.)난방 환수온도는 난방 공급온도와의 차이가 (20 ± 1) K가 되도록 조절한다. 다만, 보일러 제어 시스템의 설계가 20 K의 온도차를 유지하여 정확하게 작동하지 않을 경우, 제조자가 명시한 온도차에 따른다.

b) 부분 부하 효율은 보일러의 환수온도를 (30 ± 0.5) ℃로 일정하게 유지되도록 하여 표시가스소비량의 (30 ± 1) %에 해당하는 효율을 측정한다. 단, 표시가스소비량의 30 %에 맞출 수 없는 경우 부하조정범위에 따라 **표** 3의 시험시간을 따른다.

c) 시험은 난방 공급온도와 환수 온도를 각 조건에 맞게 조절하고, 안정된 때부터 10분간 시험을 실시하며 단열재 및 단열성이 풍부한 배관을 사용하여 방열을 되도록 적게 하여야 한다.

d) 열효율은 다음 식을 이용하여 산출한다.

$$\eta = \frac{4.186 \times m \times (t_2 - t_1)}{10^3 \times H \times V_r} \quad (1)$$

여기에서
η : 보일러 열효율(%)
4.186 : 물의 비열(kJ/kg·K)
m : 난방공급수량(kg/h) 또는 난방순환유량(kg/h)

$t_2 - t_1$: 난방공급온도(t_2) – 난방환수온도(t_1)

H : 사용 가스의 총 발열량(MJ/m^3)

V_r : 15 ℃, 101.3 kPa의 조건으로 보정한 사용 가스량(m^3/h)

$$V_r = \frac{(B + P_m - S)}{101.3} \times \frac{288}{(273 + t_g)} \times V_m \quad (2)$$

여기에서

B : 측정 시의 대기압(kPa)

P_m : 측정 시 가스미터 안의 가스 압력(kPa)

S : 온도 t_g ℃에서 포화 수증기압(kPa) [건식가스미터를 사용하는 경우 포화수증기압(S)은 제외]

t_g : 측정 시 가스미터 안의 가스 온도(℃)

V_m : 실측 가스 사용량(m^3/h)

비고 1 열효율 시험은 같은 조건에서 2회 이상하여, 연속 2회 열효율 값의 차가 1 % 이하가 되었을 때, 이 산술 평균값을 가지고 규정하는 열효율의 값으로 한다.

비고 2 부분부하 측정 시 시험조건에 따른 보정은 **부속서** A를 참고한다.

표 3 – 부하조정범위

부하조정범위(%)	가동시간(분)	정지시간(분)	총시험시간(분)
100 (온·오프보일러)	3	7	10
60	5	5	
30	10	0	
20	10	0	

9.5 연소상태 시험

a) 연소상태시험은 **9.1.1**의 설치조건과 **9.1.2**의 시험실 조건을 따르며, 보일러의 작동상태를 표시 가스 소비량으로 하여 공급 온도와 환수 온도 조건은 **9.4**에 따르며 CO농도 측정은 가습연소 가스 보일러 전부하 효율과 부분부하 효율 조건에서 각각 측정한다.

b) CO 농도(%) 측정 시험은 기준 가스(R-1 또는 P-1) 및 불완전연소한계가스(1-1 또는 B-1)를 사용하여 보일러의 배기통 장치구로부터 500 mm 이내의 위치에서CO 농도와 O_2 농도를 측정하고 식(3)에 의해 산출한다. 이 경우, 채취한 연소 가스 속의 CO_2 농도는 원칙적으로 액화석유가스용 보일러에 대해서는 1.5 % 이상, 도시가스용 보일러에 대해서는 1.2 % 이상으로 한다. 난방모드보다 온수모드의 소비량이 큰 경우 온수에 대해서도 실시한다.

$$CO = CO_a \times \frac{O_{2t}}{O_{2t} - O_{2a}} \quad (3)$$

다만, 시험가스의 성분이 확인되어 있는 경우는 건조 연소가스 중의 CO 농도 및 CO_2 농도를 측정하고 식(4)에 의해 산출해도 된다.

$$CO = CO_a \times \frac{CO_{2max}}{CO_{2a} - CO_{2t}} \quad (4)$$

여기에서

CO : 이론 건조 연소가스 중의 CO 농도(부피 %)
CO_a : 건조 연소가스 중의 CO 농도 측정값(부피 %)
O_{2t} : 급기구 분위기 중(건조 상태)의 O_2 농도 측정값(부피 %) (신선한 공기인 경우는 21 %)
O_{2a} : 건조 연소가스 중의 O_2 농도 측정값(부피 %)
CO_{2max} : 이론 건조 연소가스 중의 CO_2 농도(부피 %)
CO_{2a} : 건조 연소가스 중의 CO_2 농도 측정값(부피 %)
CO_{2t} : 급기구 분위기 중(건조 상태)의 CO_2 농도 측정값(부피 %)

c) NO_x농도 측정 시험은 도시가스의 경우 R-2, LP가스의 경우 P-2가스를 사용하여 보일러의 배기구로부터 500 mm 이내의 위치에서 연소상태가 안정되었을 때 **부속서** B에 따라 NOx를 측정하고 식(5)에 의해 산출한다.

$$NO_{x,o} = NO_{x,m} + \frac{(0.02NO_{x,m} - 0.34) \times (h_m - 10)}{1 - 0.02(h_m - 10)} + 0.85(20 - T_m) \quad (5)$$

여기에서

$NO_{x,m}$: 50 mg/kWh~300 mg/kWh의 범위 내에 서 h_m 및 T_m의 조건에서 측정한 NOx 측정값(mg/kWh)
h_m : (10±5) g/kg의 범위 내에서 측정하는 동안의 습도(g/kg)
T_m : (20±5) ℃의 범위 내에서 측정하는 동안의 온도(℃)
$NO_{x,o}$: 기준 조건으로 보정한 NOx 측정값(mg/kWh)

9.6 연소 배출가스 중의 먼지 농도 측정

연소 배출가스 중의 먼지 농도 측정은 보일러의 설치 및 가스조건을 **9.4**의 열효율 시험과 동일한 상태로 하고 공급온도와 환수 온도 조건은 **9.4** a)에 따른다. 또한, **9.5**의 연소상태 시험과 같이 보일러의 배기통 장치구로부터 500 mm 이내의 위치에서 먼지 농도 측정기를 삽입하여 KS I 2200, 23항에 따라 측정한다. 측정 주기는 매 30분 단위로 4회 측정한 후, 다음 식으로 먼지 농도를 계산하고, 측정 먼지 농도는 4회 측정 값의 산술 평균 값으로 한다.

a) 자동 또는 반자동식 측정법으로 측정하는 경우, 먼지 농도는 식(6)에 의해 소수점 둘째 자리까지 계산하고 소수점 첫째 자리까지 표기한다.

$$C_n = \frac{m_d}{V'_m \times \frac{273}{273 + \theta_m} \times \frac{P_a + \Delta H}{101.325}} \quad (6)$$

여기에서

C_n : 먼지 농도(mg/Sm^3)
m_d : 포집된 먼지량(mg)
V'_m : 건식 가스미터에서 읽은 배출가스 시료 채취량(m^3)
θ_m : 건식 가스미터의 평균 온도(℃)
P_a : 측정구 위치의 대기압(kPa)
ΔH : 오리피스 압력차(kPa)

b) 수동식 측정법으로 측정하는 경우, 배출가스 중의 먼지농도는 표준상태(0 ℃, 101.3 kPa)로 환산한 건조 배출가스 1 m^{3}중에 포함되어 있는 먼지의 무게로 표시하며 식(7)에 의하여 소수점 둘째 자리까지 계산하고 소수점 첫째 자리까지 표기한다.

$$C_N = \frac{m_d}{V'_N} \quad (7)$$

여기에서

C_N : 건조 배출가스 중의 먼지 농도(mg/Sm^3)
m_d : 포집된 먼지의 무게(mg)
V'_N : 표준상태의 흡입 건조 배출가스량(m^3)

9.7 온도상승 시험

a) 보일러의 사용 상태는 보일러가 소비하는 가스량의 가장 많은 사용 상태로, 또한 난방 온수 온도를 조절하여 사용하는 것은 난방 온수 온도를 (70 ± 2) ℃로 공급하는 사용 상태로 한다.
b) 온도 측정 시간은 온도 측정부의 온도가 시간이 경과하여도 변하지 않게 될 때까지의 시간으로 한다. 다만, 버너를 점화하고 나서 최고 1시간까지의 시간으로 한다.
c) 보일러의 각 부에 대하여 연전대를 사용하여 측온부가 피측온부에 충분히 접촉하도록 고정하여 최고 온도를 측정하고, 그때의 실온과 차를 산출한다.

9.8 연속 연소 시험

a) 시험가스 조건은 S-1로 하고 보일러는 소비하는 가스량이 가장 많은 사용 상태로 한다. 또한 보일러의 배기통을 연장하여 사용할 수 있는 것은 제조자가 지정하는 최대 연장 상태로 한다.
b) 보일러의 공급온도와 환수온도 조건은 **9.4** a)에 따르고 보일러를 8시간 이상 연속 가동한다.
c) 보일러를 8시간 이상 연속 가동 후 CO농도를 15분 동안의 평균으로 측정한다.
d) 시험 종료 후 연소장치, 열교환기, 폐열 회수 열교환기 및 물 분사 노즐의 소손, 변형, 부식, 균열 등의 손상 여부를 육안으로 확인한다.

9.9 장비 정밀도

a) 특정 항목에 대해서 다른 명시가 있는 경우를 제외하고 측정은 장비 정밀도가 아래에 규정하는 값을 만족하도록 하여 실시한다.

1) 대기압	±0.5 kPa
2) 연소실 압력과 시험용 배기통의 압력	최대 눈금값의 ±5 % 또는 0.005 kPa
3) 가스 압력	최대 눈금값의 ±2 %
4) 물 배관의 압력 손실	±5 %
5) 물량	±1 %
6) 가스량	±1 %
7) 시간	1시간까지: ±0.2 s 1시간 이상: 0.1 %
8) 보조 전기 에너지	±2 %
9) 온도	
— 주위 온도	±1 K
— 물 온도	±2 K
— 연소 생성물 온도	±5 K
— 가스 온도	±0.5 K
— 표면 온도	±5 K
10) 배기 손실 계산 시 CO, CO_2 및 O_2	최대 눈금값의 ±6 %
11) 가스 발열량	±1 %
12) 가스 밀도	±0.5 %

13) 질량	±0.05 %
14) 토크	±10 %
15) 힘	±10 %

10 표시

제품 표시와 취급 표시는 KS B 8102의 **8**절(표시)에 따르고, 그 밖의 사항은 다음에 따른다.

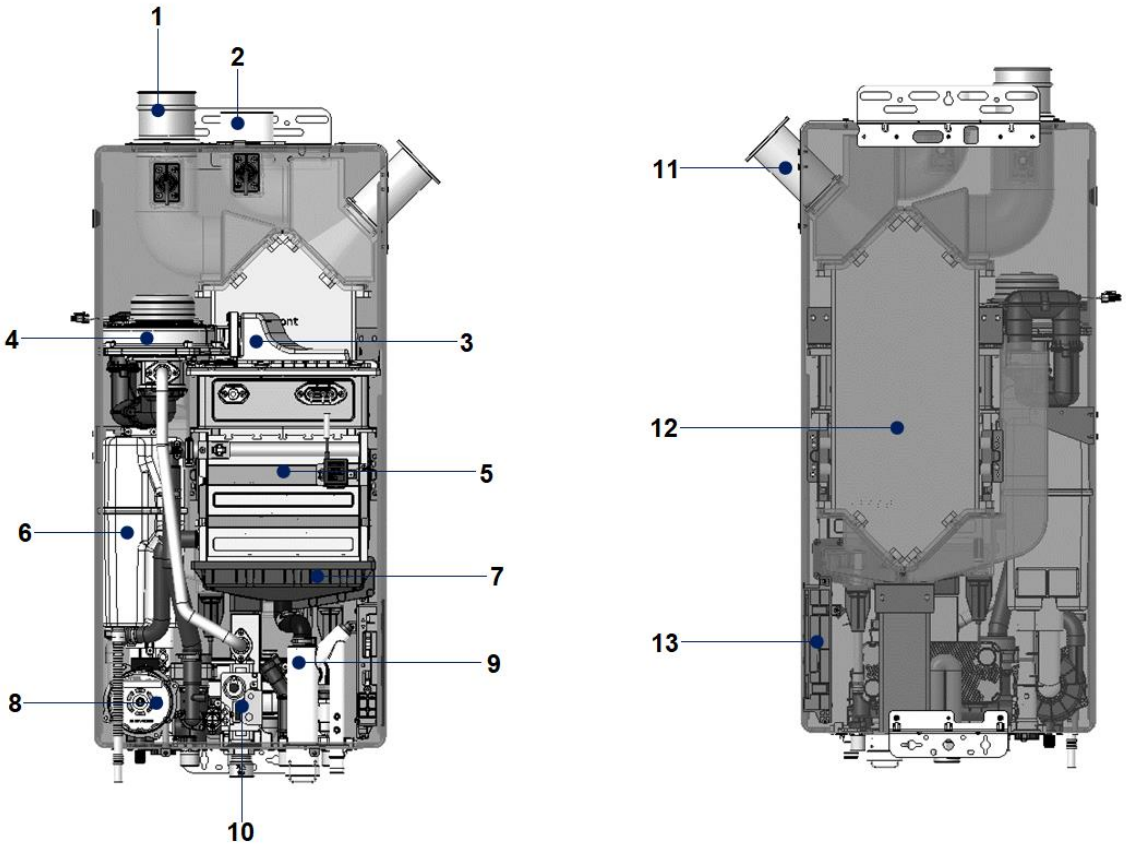
10.1 제품의 표시

a) 연소기명[가습연소 가스보일러(온수 공급 방식)]
b) 가스소비량(kW, MJ/h)(난방모드와 온수모드에서의 가스소비량)
c) 가스 조절 방식: 비례 제어 방식 또는 ON/OFF 제어 방식
d) 출력(kW): 표시출력, 부분 부하 출력
e) 가습연소 가스보일러 총 열효율(%): 전 부하와 부분 부하 효율. 효율 표시는 총발열량 기준으로 한다.
f) 온수 공급 능력(L/min)(난방 및 온수 겸용 보일러에 적용)
g) 난방 최고 사용 압력(kPa)(대기 차단식에 적용)
h) 온수 최저 사용 압력(kPa)
i) 저탕량(L)과 온수 최고 사용 압력(저탕식일 경우)
j) 급배기방식과 급・배기통 접속 구멍지름(mm)
k) 배기통의 최대 길이(m)
l) NO_x (농도) (mg/kWh)
m) 최대 물분사량(L/min)
n) 대기전력(비작동 모드)

11 취급 설명서

취급 설명서는 KS B 8102의 **9**절(취급 설명서)에 따르고, 그 밖의 사항은 다음에 따른다.

a) **보일러의 설치 및 사용에 관한 사항** 배기통과 급배기통의 설치(상향식), 응축수 배출, 점화, 소화, 난방과 온수 전환, 난방과 온수 온도 조절, 물 빼기 방법 등
b) 보일러의 능력 등에 관한 사항
   1) **난방 능력**: 보일러의 다음 사항을 표시한다.
      — 표시 출력
      — 부분부하 출력
      — 가습연소 가스보일러 총 열효율
      — 가습연소 가스보일러 전부하 효율
      — 가습연소 가스보일러 부분부하 효율
   2) **필요한 수압**(kPa) **및 온수 공급 능력**: 소수 첫째 자리까지 표시(L/min) (난방 및 온수겸용보일러에 적용)
   3) **난방 환수구 온도와 난방 출구온도의 차이**[차이가 (20 ± 2) K를 유지하지 못하는 경우에 한함.]
   4) **온수온도**[상승온도 30 K를 유지하지 못하는 경우에 한함.]
c) 급배기통의 성능인증서 발급번호(부품 성능인증서 발급번호 또는 모델명 기입)
d) **보일러 외부에 설치되는 장치의 설치방법에 관한 사항** 순환 펌프, 난방수 여과기, 팽창 탱크 등 표시 가스 소비량이 46.5 kW를 초과하는 보일러의 외부에 설치할 수 있는 장치의 경우, 펌프 양정, 관수 용량 등을 고려한 설치방법



식별부호

1 배기구
2 급기구
3 버너
4 급기팬
5 열교환기
6 팽창탱크
7 응축수받이
8 순환펌프
9 응축수 트랩
10 가스밸브
11 물 분사구 및 노즐
12 폐열회수열교환기
13 컨트롤러

그림 1 — 가습연소 가스보일러의 구조(보기)

부속서 A
(참고)

부분 부하 시 효율의 보정

부분 부하 효율 측정 시 효율의 보정은 다음에 따른다.

A.1 습도

습도에 대한 보정은 다음에 따른다.

a) **보정 범위** $0 \leq X_{\text{air m}} \leq 20$(건조 공기 g/kg)

b) **계산식**

$$\Delta\eta cond_1 = 0.08 \cdot (X_{\text{air st}} - X_{\text{air m}})$$

여기에서

$\Delta\eta cond_1$: 기준값으로부터 벗어난 공기 습도에 대해서 측정한 유효 효율에 대한 보정값(%)

$X_{\text{air m}}$: 시험 조건에서 연소 공기의 절대 습도(건조 상태 g/kg)

$X_{\text{air st}}$: 기준 조건에서 연소 공기의 절대 습도(건조 상태 g/kg), ($X_{\text{air st}} = 10$ g/kg)

c) 이 표준의 습도 보정 시 사용되는 습도는 절대 습도($X_{\text{air m}}$)로서, 통상적인 상대 습도(RH)와는 다르다. 절대 습도는 건조 공기 1 kg에 포함되어 있는 수증기의 양으로 정의하고 있으며, 이상 기체라고 가정할 때 절대 습도($X_{\text{air st}}$)는 다음의 두 가지 식을 사용하여 구할 수 있다.

1) **계산식** 1.

$$X_{\text{air m}} = \frac{Mw \times p}{Ma \times (P - p)} \times 1\,000$$

여기에서

$X_{\text{air m}}$: 절대 습도(수증기 g/건조 공기 kg)

Mw : 물의 분자량(= 18)

Ma : 공기의 평균 분자량(= 28.96)

p : 대기 중에 포함된 수증기의 부분 분압(kPa)

P : 전체 압력(= 대기압)

2) **계산식** 2.

$$p = \frac{RH \times Ps}{100}$$

여기에서

RH : 상대 습도(%)

Ps : 연소 분위기 온도에서의 포화 수증기압(kPa)

A.2 환수 온도에 대한 효율 보정

환수 온도에 대한 효율 보정은 다음에 따른다.

a) **보정 범위** $25 \leq T_{ret\,m} \leq 35(℃)$

b) **계산식**

$$\Delta\eta cond_2 = 0.12 \cdot (T_{ret\,m} - T_{ret\,st})$$

여기에서

$\Delta\eta cond_2$: 기준값으로부터 벗어난 환수 온도에 대해서 측정한 유효 효율에 대한 보정값(%)

$T_{ret\,m}$: 시험 조건에서 환수 온도

$T_{ret\,st}$: 환수 온도(30 ℃)에서의 기준값($T_{ret\,st}$ = 30 ℃)

A.3 전체 보정

전체 보정은 다음에 따른다.

a) **계산식**

$$\eta_U = \eta_{Um} + \Delta\eta cond_1 + \Delta\eta cond_2$$

여기에서

η_U : 기준 조건에서의 효율

η_{Um} : 측정한 효율

부속서 B
(규정)

배출 가스 내의 NOx 측정방법

B.1 시험 조건

a) **시험가스의 조건** 시험가스는 도시가스의 경우 R-2, LP가스의 경우 P-2로 한다. 실내 온도는 (20 ± 5) ℃, 습도는 (10 ± 5) g/kg로 한다.

b) **보일러의 상태**

1) 온·오프 제어방식: 표시 가스소비량이 되도록 하고, 난방 공급 온도는 70 ℃, 난방 환수 온도는 50 ℃로 조절한다.
2) 비례 제어방식: 표시 가스소비량의 70 %, 60 %, 40 % 및 20 %의 부하로 하며, 난방 환수 온도는 다음 식을 이용하여 적용한다.

$$T_r = 0.3Q + 20$$

여기에서
T_r: 난방 환수 온도(℃)
Q: 표시 가스소비량에 대한 부하율(%)

B.2 측정 방법

난방수 유량을 일정하게 유지시키고, 보일러의 작동상태가 안정되면 측정을 실시한다.

습식 가스미터를 사용하지 않아야 한다.

기준조건(연소용 공기의 온도 20 ℃, 습도 10 g/kg)에서의 NO_x 농도를 다음 식으로 계산한다.

$$NO_x = NO_{xa} \times \frac{O_{2t}}{O_{2t} - O_{2a}}$$

여기에서
NO_x: 이론 건조 연소가스 중의 NO_x 농도(부피 %)
NO_{xa}: 건조 연소가스 중의 NO_x 농도 측정값(부피 %)
O_{2t} : 급기구 분위기 중(건조상태)의 O_2 농도 측정값(부피 %)(신선한 공기인 경우는 21 %)
O_{2a} : 건조 연소 가스 중의 O_2 농도 측정값(부피 %)

NO_x의 농도(부피 %)를 질량(mg/kWh)으로 전환하는 경우, **표** B.1에 따른다.

표 B.1 — NO_x 농도의 전환

1 ppm = 2.054 mg/m^3	도시가스용	LP가스용
(1 ppm = 1 cm^3/m^3)	mg/kWh	mg/kWh
1 ppm =	1.764	1.778

시험 조건이 기준조건과 상이한 경우, 다음 식을 이용하여 보정한다.

$$NO_{x,o} = NO_{x,m} + \frac{(0.02\,NO_{x,m} - 0.34) \times (h_m - 10)}{1 - 0.02(h_m - 10)} + 0.85(20 - T_m)$$

여기에서

$NO_{x,o}$: 기준 조건으로 보정한 NO_x 농도(mg/kWh)

$NO_{x,m}$: h_m 및 T_m의 조건에서 측정한 (50～300) mg/kWh 범위 내의 NO_x 측정값(mg/kWh)

h_m: $NO_{x,m}$를 측정하는 동안의 습도(g/kg)

T_m: $NO_{x,m}$를 측정하는 동안의 온도(℃)

B.3 질량측정 계산

B.3.1 일반

NO_x의 질량측정은 **표** B.2에 나타낸 가스소비량의 부분 가스소비량와 질량측정인자에 근거하여 실시한다. 다만 보일러의 경우, Q_n은 제조자가 명시한 최대와 최소 가스소비량의 산술평균값인 Q_a로 대체한다.

표 B.2 — 질량측정인자

부분 가스소비량(Q_{pi}), 표시 가스소비량(Q_n)의 %	70	60	40	20
질량측정인자(F_{pi})	0.15	0.25	0.30	0.30

계산식에 사용하는 기호는 **표** B.3과 같다.

표 B.3 — 계산식에 사용하는 기호

Q_{min}	최소 가스소비량(kW)
Q_n	표시 가스소비량(kW)
Q_{pi}	질량측정 시 부분 가스소비량(Q_n의 %)
F_{pi}	부분 가스소비량(Q_{pi})에 해당하는 질량측정인자
$NO_{x,pond}$	NO_x 농도의 질량 측정값(mg/kWh)
$NO_{x,mes}$	아래와 같이 측정한 값(가능하면 보정값) — 부분 가스소비량에서 $NO_{x,mes}$ (70), $NO_{x,mes}$ (60), $NO_{x,mes}$ (40), $NO_{x,mes}$ (20) — 비례제어 보일러의 최소 가스소비량에서 $NO_{x,mes,Qmin}$ — 표시 가스소비량에서 $NO_{x,mes(rate)}$
$Q_{high\ rate}$	Q_{pi}보다 큰 가스량
$Q_{low\ rate}$	Q_{pi}보다 작은 가스량
$F_{p,high\ rate}$	큰 가스량에 부여되는 질량측정인자
$F_{p,low\ rate}$	작은 가스량에 부여되는 질량측정인자

B.3.2 온·오프 제어방식 보일러

온·오프 보일러의 NO_x 농도는 표시 가스소비량(Q_n)의 조건으로 하여 측정한다.

B.3.3 다단 제어방식 보일러

다단 보일러의 NO_x 농도는 **표** B.2에 따라서 각각의 가스량 조건에서 측정한다.

필요한 경우, 다음의 방법으로 각각의 가스량에 대해서 **표** B.2에 명시된 질량측정인자를 재계산한다.

두 개의 가스소비량 사이에 **표** B.2에 명시한 부분 가스소비량이 있다면, 다음 식과 같이 큰 쪽과 작은 쪽의 가스소비량 사이의 질량측정인자를 비례 배분한다.

$$F_{p,high\ rate} = F_{pi} \times \frac{Q_{pi} - Q_{low\ rate}}{Q_{high\ rate} - Q_{low\ rate}} \times \frac{Q_{high\ rate}}{Q_{pi}}$$

$$F_{p,low\ rate} = F_{pi} - F_{p,high\ rate}$$

두 개의 가스소비량 사이에 **표** B.2에 명시한 부분 가스소비량이 하나를 초과하면, 큰 쪽과 작은 쪽의 가스소비량 사이에서 각 질량측정인자를 비례 배분한다.

다른 가스소비량에서 측정한 NO_x 농도값에 위에서 계산한 질량측정인자를 각각 곱하고 이 값을 모두 더하여 질량측정 NO_x 값을 구한다.

$$NO_{x,pond} = \sum (NO_{x,mes(rate)} \cdot F_{p,rate})$$

B.3.4 최소 가스소비량이 0.20 Q_n 이하인 비례 제어방식 보일러

표 B.2에 명시한 부분 가스소비량 조건에서 NO_x 농도를 측정하고, 다음 식과 같이 질량측정을 계산한다.

$$NO_{x,pond} = 0.15\,NO_{x,mes(70)} + 0.25\,NO_{x,mes(60)} + 0.30\,NO_{x,mes(40)} + 0.30\,NO_{x,mes(20)}$$

B.3.5 최소 가스소비량이 0.20 Q_n을 초과하는 비례 제어방식 보일러

최소 가스소비량 및 **표** B.2에 명시한 부분 가스소비량 중 최소 가스소비량보다 큰 조건에서 NO_x 농도를 측정한다.

최소 가스소비량보다 작은 부분 가스소비량의 질량측정인자들에 이 가스소비량을 곱하고, 이를 더한다.

결국 다음 식에 따라서 질량측정 NO_x 값을 구한다.

$$NO_{x,pond} = (NO_{x,mesQ\min} \cdot \sum F_{pi}(Q \le Q_{\min})) + \sum (NO_{x,mes} \cdot F_{pi})$$

참고문헌

[1] KS B 6201:2022, 압력분사식 버너
[2] KS B 6223:2022, 로터리식 중유 버너
[3] KS B 8904:2018, 목질계 바이오매스 난방기
[4] KS V 3989:2019 — 선박용 소화 호스 물노즐
[5] SPS-KEAA-22-7218:2021, 가정용 가스 온수 보일러 가변형 송풍기
[6] SPS-KEAA103-5026 — 난방용 가스 보일러 — 표시 가스소비량이 70 kW를 초과하지 않는 C타입 보일러
[7] BS EN 15502-1, Gas-fired heating boilers
[8] ES 01301.1c, 대기오염공정시험기준 — 배출가스 중 먼지 — 반자동식 측정법
[9] ES 01301.2c, 대기오염공정시험기준 — 배출가스 중 먼지 — 수동식 측정법
[10] ES 01301.3c, 대기오염공정시험기준 — 배출가스 중 먼지 — 자동식 측정법
[11] 산업통상자원부 고시 제2022-64호 효율관리기자재 운용규정
[12] 정한철 외 3명, 접합 판형 열교환기(BPHE)의 내부 코팅에 따른 소재 특성 및 성능 평가에 관한 연구, 한국결정성장학회지, 2020, **30**(6), 237-243, DOI: https://doi.org/10.6111/JKCGCT.2020.30.6.237
[13] 송민지 외 6명, 판형 열교환기 전열판의 부식 파손 분석, 한국부식방지학회지, 2021, 20(4), 204-209, DOI: https://doi.org/10.14773/cst.2021.20.4.204
[14] Hui Man Yang et al., Water-ethanol blending effects on combustion performance of methane-air premixed-flame burners, Thermal Science and Engineering Progress, 2022. 07 (revised)

SPS-B-KEAA 0041-7547:2023
해 설

이 해설은 이 표준과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 개요

1.1 제정의 취지

최근 대기 미세먼지의 심각성(인체 유해성, 가시거리 제한 등)이 큰 사회적 이슈로 대두되고 있어 정부, 연구기관, 기업체의 모든 분야에서 대기환경 오염 문제를 해결하기 위한 장·단기적인 계획을 수립하여 시행하고 있으며, 2020년 환경부는 '대기관리권역의 대기환경 개선에 관한 특별법'을 시행하여 수도권 지역의 대기오염 총량관리제도를 강화하였고 이에 따라 각 가정에 보일러 설치(신규) 시 1종 보일러를 설치하도록 의무화하고 있다.
가스연료는 눈으로 직접 관측되는 입자상 물질(Filterable particulate matter, FPM) 측면에서는 타 연료에 비해 청정하다고 할 수 있으나, 배출 후 냉각에 의해 생성되는 응축성 미세먼지(Condensable PM, CPM) 및 미세먼지 전구물질(Precursor : NOx, SOx, VOC)까지 포함하면 가스연료도 대기 미세먼지 원천물질을 다량 발생시키기 때문에 대기환경 오염에 큰 영향을 미친다고 알려져 있다. 특히, 가정/상업용의 소형 보일러에서는 대형/산업용 보일러에 비해 후처리 공해저감 장치를 구비하기가 곤란하기 때문에 겨울철 대기환경 오염 문제에 상당한 영향을 미친다.
따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 유해 배출가스를 저감하고 효율을 향상 시킬 수 있는 가습연소 기술을 적용한 가습연소 가스보일러가 개발됨에 따라 가습연소 가스보일러의 주요성능을 검증하기 위한 단체표준을 제정하여, 소비자를 보호하고 제품의 품질향상에 기여함을 목적으로 이 표준을 제정하였다.

1.2 제정의 경위

2020년 산업통상자원부의 기계산업핵심기술개발사업 '24 kW급 초고효율 친환경 가스보일러 가습연소 기술' 과제와 관련하여 국내·외 기술 동향 조사 분석, 이론 및 CFD 해석을 통한 열 교환기 성능지수 제시, 물 분사 무화 성능의 설계지표 제시, 폐열 회수 열 교환기 및 물 분사 주요 부품설계 및 평가, 예혼합기 가습장치와 가습 예혼합 화염의 연소 특성 및 불안정성 연구, 가습연소기 표면 상세설계 및 시험 연소기 성능 평가 및 가습연소 가스보일러 개발 제품에 대한 성능시험 평가를 통해 단체 표준안을 작성하였다.
작성된 초안을 검증하기 위하여 이해 관계자 회의(기술위원회), 단체표준심사위원회 및 단체표준 제정을 위한 의견수렴을 실시하여 초안을 수정·보완하였다.

2 시험항목, 시험방법과 구조에 대한 해설

2.1 가습연소 가스보일러 총 효율

산업통상자원부 고시 제2022-64호 효율관리기자재 운용규정의 4.2.1항 소비효율등급부여지표를 적용하여 전 부하 효율과 부분 부하 효율의 산술평균으로 규정하였다.

2.2 가습연소 가스보일러 전 부하 효율과 부분 부하 효율

다년간의 연구과제 시험결과 자료를 바탕으로 가습연소 가스보일러의 전 부하 효율은 91 %이상, 부

분 부하 효율은 96 %이상으로 규정하였고, 가습연소 가스보일러 부분 부하 효율은 유럽의 가스온수 보일러 표준인 BS EN 15502-1에 따라 표시 가스소비량의 30 %에 해당하는 소비량에서 부분 부하 효율을 측정하도록 규정하였다.

2.3 연소상태

연소상태 성능 중 CO 농도는 전 부하 효율과 부분 부하 효율 조건에서 각각 측정한 값의 산술 평균값으로 규정하였으며 이는 전 부하 및 부분 부하 효율 조건에서 가습연소 가스보일러 가동 시 가습연소로 인한 CO 배출 특성 변화를 반영하도록 위함이다. 또한, 연구과제 개발 제품의 연소상태 성능 시험 결과를 바탕으로 CO농도를 0.008 % 이하로, NOx 농도는 50 mg/kWh 이하로 강화하여 규정하였다.

2.4 연소 배출가스 중의 먼지 농도

연소 배출가스 중의 먼지 농도 측정 시험은 가습연소 가스보일러 운전 시 낮아진 배출가스 온도로 인해 생성되는 응축성 미세먼지 측정을 위해 한국산업표준인 KS I 2200를 인용하였고 대기오염공정시험기준인 ES 01301.1c, ES 01301.2c와 ES 01301.3c를 참고하였다. 또한, 연소 배출가스 중 먼지 농도 기준은 연구과제를 통한 시험 결과, 가습연소 가스보일러의 운전 특성 및 가스연료 고유의 연소특성을 반영하여 10 mg/m^3 이하로 규정하였다.

2.5 온도상승

온도상승 시험은 한국산업표준인 KS B 8904에서 규정하는 온도상승 시험방법 및 성능을 참고하여 보일러 각부 및 본체의 온도 측정을 열전대를 이용한 직접 측정 방식으로 규정하였다.

2.6 연속연소

연속연소 시험은 한국산업표준인 KS B 8127을 인용하였고 연속연소 시험 후 CO농도 측정은 연소상태 성능 기준을 반영하여 0.008 % 이하로 규정하였으며, 가습연소 가스보일러의 구조 특성 상 폐열회수 열 교환기의 급기 회로에 물이 분사되는 점을 감안하여 연속연소 성능 항을 추가하였다.

2.7 구조

가습연소 가스보일러의 구조는 한국산업표준인 KS B 8127과 KS B 8101을 인용하였고 가습연소식 버너, 폐열 회수 열 교환기 및 물 분사 노즐에 대한 구조 항을 새롭게 추가하였다. 가습연소식 버너와 폐열 회수 열 교환기의 구조 항은 한국산업표준인 KS B 6223, KS B 6200, SPS-KEAA 22-7218, 연구과제를 수행하며 축적된 시험결과 DATA 그리고 학술논문을 참고하였고 물 분사 노즐의 구조 항은 한국산업표준인 KS V 3989를 참고하여 제정하였다.

2.8 재료와 치수

가습연소 가스보일러의 재료와 치수는 한국산업표준인 KS B 8101과 KS B 8127을 인용하였고 내식성이 있는 금속 재료는 아래 표에 나타낸 표준을 인용하여 제정하였다.

표 해설.1 — 내식성이 있는 금속 재료 인용표준

표준번호	표준명	재료
KS D 6008	알루미늄 합금 주물	주물

표 해설.2 — 내식성이 있는 금속 재료 인용표준(계속)

표준번호	표준명	재료
KS D 6005	아연 합금 다이캐스팅	다이캐스팅
KS D 6006	다이캐스팅용 알루미늄 합금	
KS D 3534	스프링용 스테인리스 강대	스테인리스 강재
KS D 3535	스프링용 스테인리스 강선	
KS D 3536	기계 구조용 스테인리스강 강관	
KS D 3576	배관용 스테인리스 강관	
KS D 3698	냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대	
KS D 3702	스테인리스 강선재	
KS D 3705	열간 압연 스테인리스 강판 및 강대	
KS D 3706	스테인리스 강봉	
KS D 3544	용융 알루미늄 도금 강판 및 강대	표면 처리 강재
KS D 6701	알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 띠	알루미늄 및 알루미늄합금재
KS D 6713	알루미늄 및 알루미늄 합금 용접관	
KS D 6759	알루미늄 및 알루미늄합금 압출 형재	
KS D 6761	이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄 합금 관	
KS D 6763	알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선	
KS C 3101	전기용 연동선	동 및 동합금
KS C 3102	전기용 경동선	
KS D 5101	구리 및 구리합금 봉	
KS D 5201	구리 및 구리합금 판 및 띠	
KS D 5301	이음매 없는 구리 및 구리합금 관	
KS D 5545	구리 및 구리 합금 용접관	
SPS-KFCA-D4301-5015	회 주철품	회 주철품

2.9 종류, 표시, 취급설명서

가습연소 가스보일러의 종류는 한국산업표준인 KS B 8102와 KS B 8109를 인용하였고 제품의 표시와 취급설명서는 한국산업표준인 KS B 8102를 인용하고 10.1항의 제품의 표시에 가습연소 가스보일러의 가습을 위한 최대 물분사량 항을 새롭게 추가하였다.

2.10 제정 시 참고 문헌

표 해설.2 — 표준 제정 시 참고한 주요 항목별 참고 문헌

구분	세부항목	참고 문헌
5절 성능	5.1 가스 소비량	BS EN 15502-1 8.4 Heat inputs and output
	5.2 표시 출력	BS EN 15502-1 8.4.4 Nominal output
	5.3 가습연소 가스보일러 총 열효율	효율관리기자재 운용규정의 4.2.1항 소비효율등급부여지표

표 해설.2 — 표준 제정 시 참고한 주요 항목별 참고 문헌(계속)

5절 성능	5.3.2 가습연소 가스보일러 부분 부하 효율	BS EN 15502-1 9.3 Useful efficiency at part load
	5.5 연소 배출가스 중의 먼지 농도	ES 01301.1c, 대기오염공정시험기준 — 배출가스 중 먼지 — 반자동식 측정법 ES 01301.2c, 대기오염공정시험기준 — 배출가스 중 먼지 — 수동식 측정법 ES 01301.3c, 대기오염공정시험기준 — 배출가스 중 먼지 — 자동식 측정법
	5.6 온도상승	KS B 8904 목질계 바이오매스 난방기
6절 구조	6.2 가습연소식 버너	SPS-KEAA 22-7218 5절 구조, Hui Man Yang et al., Water-ethanol blending effects on combustion performance of methane-air premixed-flame burners
	6.3 폐열 회수 열 교환기	정한철 외 3명, 접합 판형 열교환기(BPHE)의 내부 코팅에 따른 소재 특성 및 성능 평가에 관한 연구 송민지 외 6명, 판형 열교환기 전열판의 부식 파손 분석
	6.4 물 분사 노즐	KS V 3989 선박용 소화 호스 물노즐

SPS-B-KEAA 0041-7547:2023

SPS

SPS
SPSP
SPSPS
SPSPSP
SPSPSPS
SPSPSPSP

Humidifying combustion gas boiler with nominal gas consumption of up to 70 kW

ICS 27.020