

『미국, 배전용 변압기 에너지 절약 표준』 심층분석 보고서

2024. 05.

| | | | |
|-----------|-----------|------------------|-------------------|
| TBT 통보 여부 | 통보 | HS Code | 850421, 850434 |
| 통보국 | 미국 | 전년도 수출규모 (천불) | 327,891 (2023) |
| 작성기관 | TBT종합지원센터 | 문의처 | tbt@kotica.or.kr |

[목 차]

| | |
|---------------------|---|
| 1. 규제 개요 | 1 |
| 2. 개정 세부내용 | 2 |
| 3. 관련 법령 및 표준 | 8 |
| 붙임. 규제 참고자료 | 9 |

1

규제 개요

- (도입배경 및 목적) 미국 에너지부(이하 ‘DOE’)는 에너지를 절약하고 효율을 향상시키며 환경 보호를 목적으로 배전용 변압기에 대한 에너지 절약 표준 최종안을 도입하였으며, 2024년 7월 8일 발효되어 2029년 4월 23일부터 적용함
 - 제품별 에너지 절약 표준을 제외한 항목들*은 초안 대비 수정사항 없음
 - * 적용 범위, 시험 절차, 장비 등급, 시험 표준 수준
- (규제요지) 개정된 에너지 정책 및 보전법(이하 ‘EPCA’)에 따라 미국 에너지부는 액침형, 저전압 건식 및 중전압 건식 배전 변압기에 대한 에너지 효율 기준을 강화하며 새로운 에너지 절약 표준을 명시함

| | | | |
|----------|--|-----|--------------|
| TBT 통보번호 | USA/682/Rev.1/ Add.2 | 통보일 | 2024년 4월 23일 |
| | | 고시일 | 해당 없음 |
| 규제명 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 에너지 절약 프로그램: 배전용 변압기에 대한 에너지 절약 표준 ▪ Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Distribution Transformers | | |
| 규제부처 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 미국 에너지부 ▪ Department of Energy | | |
| 요구사항 유형 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 환경 보호 | | |
| 제·개정 상태 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 개정 최종안 | | |
| 채택일 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ - | | |
| 의견수렴 마감일 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ - | | |
| 발효일 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2024년 7월 8일 | | |
| 준수기한 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2029년 4월 23일 이후 | | |

□ (적용대상 및 수출규모)

| | | | |
|------------------------|---|---------|----------------|
| 적용대상 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 배전 변압기 ▪ Distribution Transformers | | |
| 적용범위 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 미국 내에서 제조되거나 수입되는 모든 장비 | | |
| 對발행국 수출액 (전년기준, 천불) | 327,891 (2023년) | HS Code | 850421, 850434 |

2

개정 세부내용

□ 적용범위

- DOE는 에너지 사용 유형, 용량, 성능 관련 특징에 따라 장비를 분류함

[표 1] 적용범위

| 구분 | 최종안 |
|-------|---|
| 적용 대상 | <ul style="list-style-type: none">- 입력 전압: 34.5 kV 이하- 출력 전압: 600 V 이하- 주파수: 60 Hz- 용량:<ul style="list-style-type: none">· 액침형 변압기: 10 kVA ~ 2500 kVA· 건식 변압기: 15 kVA ~ 2500 kVA |
| 예외 대상 | <ul style="list-style-type: none">- 자동 변압기- 구동(절연) 변압기- 접지 변압기- 공작 기계(제어) 변압기- 비통풍 변압기- 정류기 변압기- 조절 변압기- 밀폐형 변압기- 특수 임피던스 변압기- 테스트 변압기- 탭 범위가 20% 이상인 변압기- 무정전 전원 공급 장치 변압기- 용접 변압기 |

□ 시험 절차

○ (개요)

- EPCA의 규정을 따라 DOE는 시험 절차의 채택과 수정 기준을 제시함
- 생산업체가 제품이 에너지 절약 표준을 준수하는 것을 확인하는 기반으로 사용함

○ (개정사항)

- 2021년 9월에 발표된 시험 절차 최종 규정에서는 용어의 정의를 수정하고 산업 시험 표준의 최신 버전을 반영하며, 효율성을 다양한 상황에서 표현하는 방법을 추가함

○ (참고사항)

- 배전 변압기의 효율성을 인증하는 데 있어 DOE는 본 규정에 따라 에너지 효율 및 에너지 사용을 결정하기 위한 대체 방법을 허용함

□ 장비 등급

○ (기준 특성)

- 장비 등급은 <표 2>의 기준에 따라 <표 3>과 같이 11가지 등급으로 나뉨

[표 2] 장비 등급 기준

| 구분 | 최종안 |
|--|---|
| 장비 등급 기준 | ① 변압기 절연재의 종류 : 액침형 또는 건식형 ② 위상 수 : 단일 또는 3상 ③ 전압 등급 : 낮음 또는 중간(건식형에만 해당) ④ BIL* |
| * 'Basic Impulse Insulation Level'의 약어로, 변압기의 내구성을 나타내는 지표(변압기가 전기 네트워크의 서지에 대한 내부 절연 수준을 의미하며, 높을수록 변압기는 더욱 효과적으로 안전하게 작동함) | |

[표 3] 장비 등급에 따른 kVA 범위

| 장비 등급(EC*) | 절연재 | 전압 | 단계 | BIL 등급 | kVA 범위 |
|------------|----------|----|----|--------------|--------------|
| EC1 | 액침 | 중간 | 단일 | - | 10-833 kVA |
| EC2 | 액침 | 중간 | 3상 | - | 15-2500 kVA |
| EC3 | 건식 | 낮음 | 단일 | - | 15-333 kVA |
| EC4 | 건식 | 낮음 | 3상 | - | 15-1000 kVA |
| EC5 | 건식 | 중간 | 단일 | 20-45 kV BIL | 15-833 kVA |
| EC6 | 건식 | 중간 | 3상 | 20-45 kV BIL | 15-2500 kVA |
| EC7 | 건식 | 중간 | 단일 | 46-95 kV BIL | 15-833 kVA |
| EC8 | 건식 | 중간 | 3상 | 46-95 kV BIL | 15-2500 kVA |
| EC9 | 건식 | 중간 | 단일 | ≥96 kV BIL | 75-833 kVA |
| EC10 | 건식 | 중간 | 3상 | ≥96 kV BIL | 225-2500 kVA |
| EC11 | 광산 변압기** | | | | |

* Equipment Class

** 광산 변압기(EC11)는 에너지 절약 표준의 적용을 받지 않음

□ 시험 표준 수준(Trial Standard Levels, 이하 ‘TSL’)

○ (개요)

- DOE는 배전 변압기의 개정된 에너지 절약 표준을 평가할 때, TSL로 그룹화하여 분석함

○ (구성)

- TSL은 분석된 장비 클래스와 kVA 등급에 대한 개별 효율 수준으로 이뤄짐

[표 4] 각 TSL의 세부내용

| 구성 | 변압기 유형 | 효율 수준(%) |
|-------|----------------------------|---------------------|
| TSL 5 | 최대 기술적으로 가능한 효율성(max-tech) | |
| TSL 4 | 액침형 변압기 | 기준 손실 대비 20% 손실 감소 |
| | 단상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 40% 손실 감소 |
| | 삼상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 30% 손실 감소 |
| | 중전압 건식 변압기 | 기준 손실 대비 30% 손실 감소 |
| TSL 3 | 단상 100 kVA 이하 액침형 변압기 | 기준 손실 대비 5% 손실 감소 |
| | 삼상 500 kVA 이상 액침형 변압기 | 기준 손실 대비 5% 손실 감소 |
| | 기타 모든 액침형 변압기 | 기준 손실 대비 20% 손실 감소 |
| | 단상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 30% 손실 감소 |
| | 삼상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 20% 손실 감소 |
| | 중전압 건식 변압기 | 기준 손실 대비 20% 손실 감소 |
| TSL 2 | 액침형 변압기 | 기준 손실 대비 5% 손실 감소 |
| | 단상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 20% 손실 감소 |
| | 삼상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 10% 손실 감소 |
| | 중전압 건식 변압기 | 기준 손실 대비 10% 손실 감소 |
| TSL 1 | 액침형 변압기 | 기준 손실 대비 2.5% 손실 감소 |
| | 단상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 10% 손실 감소 |
| | 삼상 저전압 변압기 | 기준 손실 대비 5% 손실 감소 |
| | 중전압 건식 변압기 | 기준 손실 대비 5% 손실 감소 |

□ 제품별 에너지 절약 표준 최종안

○ 액침형 배전 변압기

- DOE는 액침형 배전 변압기에 대해 TSL 3을 채택하였으며, 개정된 에너지 절약 표준은 다음과 같음

[표 5] 액침형 배전 변압기 에너지 절약 표준

| 단상 | | | 3상 | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kVA | 효율(%) | | kVA | 효율(%) | |
| | 개정안 | 최종안 | | 개정안 | 최종안 |
| 10 | 98.96 | 98.77 | 15 | 98.92 | 98.92 |
| 15 | 99.05 | 98.88 | 30 | 99.06 | 99.06 |
| 25 | 99.16 | 99.00 | 45 | 99.13 | 99.14 |
| 37.5 | 99.24 | 99.10 | 75 | 99.22 | 99.22 |
| 50 | 99.29 | 99.15 | 112.5 | 99.29 | 99.29 |
| 75 | 99.35 | 99.23 | 150 | 99.33 | 99.33 |
| 100 | 99.40 | 99.29 | 225 | 99.38 | 99.38 |
| 167 | 99.46 | 99.46 | 300 | 99.42 | 99.42 |
| 250 | 99.51 | 99.51 | 500 | 99.48 | 99.38 |
| 333 | 99.54 | 99.54 | 750 | 99.52 | 99.43 |
| 500 | 99.59 | 99.59 | 1,000 | 99.54 | 99.46 |
| 667 | 99.62 | 99.62 | 1,500 | 99.58 | 99.51 |
| 833 | 99.64 | 99.64 | 2,000 | 99.61 | 99.53 |
| - | | | 2,500 | 99.62 | 99.55 |
| | | | 3750 | 99.66 | 99.54 |
| | | | 5000 | 99.68 | 99.53 |

○ 저전압 건식 배전 변압기

- DOE는 저전압 건식 배전 변압기에 대해 TSL 3을 채택하였으며, 개정된 에너지 절약 표준은 다음과 같음

[표 6] 저전압 건식 변압기 에너지 절약 표준

| 단상 | | | 3상 | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kVA | 효율(%) | | kVA | 효율(%) | |
| | 개정안 | 최종안 | | 개정안 | 최종안 |
| 15 | 98.84 | 98.39 | 15 | 98.72 | 98.31 |
| 25 | 98.99 | 98.60 | 30 | 98.33 | 98.58 |
| 37.5 | 99.09 | 98.74 | 45 | 99.03 | 98.72 |
| 50 | 99.14 | 98.81 | 75 | 99.16 | 98.88 |
| 75 | 99.24 | 98.95 | 112.5 | 99.24 | 98.99 |
| 100 | 99.30 | 99.02 | 150 | 99.29 | 99.06 |
| 167 | 99.35 | 99.09 | 225 | 99.36 | 99.15 |
| 250 | 99.40 | 99.16 | 300 | 99.41 | 99.22 |
| 333 | 99.45 | 99.23 | 500 | 99.48 | 99.31 |
| - | - | - | 750 | 99.54 | 99.38 |
| - | - | - | 1,000 | 99.57 | 99.42 |

○ 중전압 건식 배전 변압기

- DOE는 중전압 건식 배전 변압기에 대해 TSL 2를 채택하였으며, 개정된 에너지 절약 표준은 다음과 같음

[표 7-1] 중전압 건식 변압기 에너지 절약 표준(단상)

| kVA | 20-45 kV BIL | | 46-95 kV BIL | | ≥96 kV BIL | |
|------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| | EC5 | | EC7 | | EC9 | |
| | 개정안 | 최종안 | 개정안 | 최종안 | 개정안 | 최종안 |
| 15 | 98.29 | 98.29 | 98.07 | 98.07 | - | - |
| 25 | 98.49 | 98.50 | 98.30 | 98.31 | - | - |
| 37.5 | 98.64 | 98.64 | 98.47 | 98.47 | - | - |
| 50 | 98.74 | 98.74 | 98.58 | 98.58 | - | - |
| 75 | 98.86 | 98.86 | 98.71 | 98.71 | 98.68 | 98.68 |
| 100 | 98.94 | 98.94 | 98.80 | 98.80 | 98.77 | 98.77 |
| 167 | 99.06 | 99.06 | 98.95 | 98.95 | 98.92 | 98.92 |
| 250 | 99.16 | 99.16 | 99.05 | 98.06 | 99.02 | 98.02 |
| 333 | 99.23 | 99.23 | 99.13 | 99.13 | 99.09 | 98.09 |
| 500 | 99.30 | 99.30 | 99.21 | 99.21 | 99.18 | 99.18 |
| 667 | 99.34 | 99.34 | 99.26 | 99.26 | 99.23 | 99.24 |
| 833 | 99.38 | 99.38 | 99.31 | 99.31 | 99.28 | 99.28 |

[표 7-2] 중전압 건식 변압기 에너지 절약 표준(3상)

| kVA | 20-45 kV BIL | | 46-95 kVBIL | | ≥96 kV BIL | |
|-------|--------------|-------|-------------|-------|------------|-------|
| | EC6 | | EC8 | | EC10 | |
| | 개정안 | 최종안 | 개정안 | 최종안 | 개정안 | 최종안 |
| 15 | 97.74 | 97.75 | 97.45 | 97.46 | - | - |
| 30 | 98.11 | 98.11 | 97.86 | 97.87 | - | - |
| 45 | 98.29 | 98.29 | 98.07 | 98.07 | - | - |
| 75 | 98.49 | 98.50 | 98.31 | 98.32 | - | - |
| 112.5 | 98.67 | 98.67 | 98.52 | 98.52 | - | - |
| 150 | 98.78 | 98.79 | 98.66 | 98.66 | - | - |
| 225 | 98.94 | 98.94 | 98.82 | 98.82 | 99.71 | 98.71 |
| 300 | 99.04 | 99.04 | 98.93 | 98.93 | 98.82 | 98.82 |
| 500 | 99.18 | 99.19 | 99.09 | 99.09 | 99.00 | 99.00 |
| 750 | 99.29 | 99.29 | 99.21 | 99.21 | 99.12 | 99.12 |
| 1,000 | 99.35 | 99.35 | 99.28 | 99.28 | 99.20 | 99.20 |
| 1,500 | 99.43 | 99.43 | 99.37 | 99.37 | 99.29 | 99.29 |
| 2,000 | 99.49 | 99.49 | 99.49 | 99.42 | 99.35 | 99.35 |
| 2500 | 99.52 | 99.52 | 99.52 | 99.47 | 99.40 | 99.40 |
| 3750 | 99.58 | 99.50 | 99.58 | 99.44 | 99.47 | 99.40 |
| 5000 | 99.62 | 99.48 | 99.62 | 99.43 | 99.51 | 99.39 |

관련 법령 및 표준

- 에너지 정책 및 보전법
 - Energy Policy and Conservation Act(EPCA)
 - https://world.moleg.go.kr/web/wli/lgsInfoReadPage.do?CTS_SEQ=46870&AST_SEQ=313&
- 배전 변압기에 대한 테스트 절차
 - Energy Conservation Program: Test Procedure for Distribution Transformers
 - <https://www.federalregister.gov/d/2019-09218>
- 에너지 효율 및 에너지 사용을 결정하기 위한 대체 방법
 - § 429.70 Alternative methods for determining energy efficiency and energy use
 - <https://www.ecfr.gov/current/title-10/section-429.70>

규제원문 출처

○ 규제원문

- 2024년 4월 22일, ‘미국 에너지부(DOE)’ 는 《에너지 보존 프로그램 : 배전용 변압기의 에너지 절약 표준(최종)》을 채택함
- 관보 사이트 링크(<https://www.regulations.gov/document/EERE-2019-BT-STD-0018-0194>)