개요서

2008 년 3 월

California Environmental Protection Agency
Air Resources Board

드라이클리닝
대체용제: 건강과 환경에 미치는 영향

2007 년 1 월, 캘리포니아 공기자원협의회(Air Resources Board, ARB)는 드라이클리닝 작업에서 발생하는 퍼클로로에틸렌(퍼크) 배출가스를 규제하는 규정을 수정했습니다. 이 수정조항은 2007 년 12 월 27 일부로 발효됐으며 그 내용은 다음과 같습니다.

- **2008 년 1 월 1 일:** 퍼크 기계 신규 판매 또는 리스 금지
- **2010 년 7 월 1 일:** 주거공존 시설에 위치한 모든 퍼크 기계 의무 철거
- **2010 년 7 월 1 일:** 15 년 이상 된 퍼크 기계 사용 불가
- **2023 년 1 월 1 일:** 퍼크 기계 사용 불가

ARB 는 드라이클리닝 대체기술로부터 얻는 이득이 퍼크를 사용함으로써 건강과 환경에 미치는 부정적인 영향보다 더 크다고 결정했습니다.

퍼크 대체물이 건강에 미치는 잠재적인 영향에 대하여 의문이 제기된 적이 있습니다. 이 개요서는 사용 가능한 대체용제(alternative solvents)를 설명하고 그것이 건강과 환경에 미치는 영향에 대하여 최신 정보를 제공하는 것입니다.

소개된 대체용제는 캘리포니아에서 이미 사용되고 있거나 사용이 고려되고 있습니다. 다른 용제도 사용될 수 있으므로 이것은 모든 것을 빠짐 없이 소개하는 정보는 아닙니다.

승인된 스모그 없는 무독성 드라이클리닝 기술들

다음은 입법안(AB) 998 로 신설된 캘리포니아 무독성 드라이클리닝 장려 프로그램(Non-Toxic Dry Cleaning Incentive Program)으로 보조금을 받을 수 있는 시스템들입니다.

습식 세탁(Water-Based Cleaning)

습식세탁 시스템은 물과 세제를 사용하여 의복을 세탁하는 것입니다. 현재 3 가지 방법이 있습니다: 1) 전문 물세탁 시스템, 2) 냉수세탁 시스템, 그리고 3) Green Jet™ dry-wet cleaning™(그린제트 건습 세탁) 시스템.

- *건강과 환경에 미치는 영향*

  물세탁에 사용되는 대부분의 세제는 물과 화학물질의 복합 혼합물입니다. 구성성분이 아주 다양하기 때문에 특정 제품의 독성 확인은 어려울 수 있습니다. 일반적으로, 세제가 하수도로 유입돼 처리되는 것은 지역 위생당국에서 승인합니다. 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency)은 세제의 주요 성분이 인체의 건강과 환경에 미치는 유해성을 시험한 결과 일반 대중에게 예상되는 건강상의 위험은 없다는 것을 알게 됐습니다.

이산화탄소(CO_2)

상용 및 소매 드라이클리닝 업소들이 개발한 CO_2 프로세스는 액체 CO_2 를 세탁 용제로 사용하는 고압 시스템입니다.

- *건강과 환경에 미치는 영향*

  CO_2는 압력을 받으면 액체 용제로 변하는 불연성의 무독성 자연발생 가스입니다. 이 프로세스로 일반 대중에게 예상되는 건강상의 위험은 없습니다. CO_2가 지구 온난화의 주범인 온실가스이기 때문에 의문이 제기된 적이 있습니다. 드라이클리닝 프로세스에서 나오는 배출가스의 양이 얼마나 되는지 연구된 적은 없지만, 드라이클리닝 프로세스에 사용되는 CO_2는 산업 공정의 부산물이므로 온실가스를 늘리지는 않습니다.

재정지원

습식세탁과 CO_2 세탁 시스템은 AB 998 무독성 드라이클리닝 장려 프로그램으로 재정지원을 받을 수 있습니다. 이 프로그램에서는 퍼크 드라이클리닝 시스템을 무독성, 무스모그 시스템으로 바꾸는 드라이클리닝 업소에 $10,000 의 보조금을 제공합니다. 현재는 습식세탁과 CO_2 세탁 시스템만 승인기술로 인정 받아 보조 대상이 됩니다. 주 전역 시범 프로그램도 이 같은 적격 기술을 소개하고, 대체기술의 이점, 비용, 효과 등을 업주들에게 교육할 기회를 제공하기 위해 신설됐습니다. **자세한 내용은** http://www.arb.ca.gov/toxics/dryclean/ab998.htm**에서 볼 수 있습니다.**

ARB 의 무독성 드라이클리닝 장려 프로그램 이외에도, 일부 지역 대기국에서도 습식세탁과 CO_2 세탁 시스템에 장려금을 줍니다. 지역 대기국 연락처 목록은 다음 웹사이트에서 찾아볼 수 있습니다: http://www.arb.ca.gov/capcoa/roster.htm.

그 밖의 이용 가능한 드라이클리닝 기술들

다음은 퍼크 기계의 대안으로 캘리포니아에서 현재 사용되고 있거나 사용을 고려 중인 시스템들입니다.

탄화수소 용제(Hydrocarbon Solvents)

현재 이용할 수 있는 탄화수소 용제 기술은 다음과 같습니다. 1) DF-2000™ 용액, 2) PureDry®, 3) EcoSolv®, 4) Shell Sol 140 HT, 및 5) Stoddard 용제. 탄화수소 용제가 주종을 이루는 기계는 일차제어 시스템을 갖춘 폐루프형 기계입니다. 각 탄화수소 시스템에 관한 자세한 정보는 http://www.arb.ca.gov/regact/2007/perc07/perc07.htm에 있는 ARB 실무진 보고서에 실려 있습니다.

- *건강과 환경에 미치는 영향*

  이 같은 탄화수소 혼합물이 건강에 미치는 영향에 대한 정보는 Stoddard(스토다드) 용제를 제외하고 한정돼 있습니다. 탄화수소 용제 중 유독성 대기 오염물질(TAC) 여부를 가리기 위해 캘리포니아에서 정식 평가를 받은 것은 없습니다. 국립독물학프로그램(National Toxicology Program, NTP)은 수컷 쥐를 대상으로 2 년간 스토다드 용제 흡입 연구를 한 결과 일부 발암성 활동의 증거가 있다는 결론을 내렸습니다. 이외에도, 스토다드 용제는 눈, 코, 목구멍 등에 자극을 줄 수 있고 신경계에도 영향을 줄 수 있습니다. 대체용제가 건강에 해를 끼치는 2 차적 영향은 모든 탄화수소 용제가 휘발성 유기화합물(VOC)로 간주된다는 것입니다. VOC 는 호흡기 질환, 천식, 조기 사망 등 건강에 수많은 문제를 일으키는 오존 생성의 한 원인입니다.

GreenEarth®(그린어스)(휘발성 메틸 실록산)

데카메틸시클로펜타실록산(D_5) 또는 휘발성 메틸 실록산은 소비자와 업계에서 많이 쓰이는 무색, 무취의 액체입니다. D_5는 복합용제 기계에 사용되는 GreenEarth® 드라이클리닝 용제에 들어있는 성분입니다. ARB 는 D_5를 VOC 로 간주하지 않습니다.

- *건강과 환경에 미치는 영향*

  캘리포니아 환경보건유해성평가국(Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA)은 최근 이용 가능한 D_5 정보를 평가하여, 실험 대상인 쥐가 도달 가능한 최고 증기 농도의 D_5에 노출되면 자궁에 종양이 발생한다는 결론을 내렸습니다. 또한 OEHHA 는 D_5가 암 이외의 문제를 일으킬 수 있는 잠재성과 환경은 물론 동물과 인간의 조직에 명백히 잔류하는 사실을 우려하고 있습니다. 그러나 노출과 관련해 알려진 정보에 의하면, D_5를 대체 드라이클리닝 용제로 사용해도 업소 인근에 사는 일반인에게 미치는 위험은 없습니다. D_5가 TAC 인지 확인하기 위해 정식 평가가 이루어진 적은 없습니다.

Rynex™(라이넥스)(Rynex 3 또는 프로필렌 글리콜 에테르)

Rynex™(Rynex 3)는 휘발성이 낮고 발화점이 높은 생분해성 유기 용제입니다. 이것은 VOC 로 간주됩니다. Rynex 3 는 온도와 타이밍을 일부 조절하면 대부분의 탄화수소 기계에서 사용할 수 있습니다.

- *건강과 환경에 미치는 영향*

  Rynex 3 의 성분은 글리콜 에테르 혼합물입니다. 이 브랜드는 출시 후 구성성분을 변경했습니다. Rynex™의 이전 구성성분인 프로필렌 글리콜 티-부틸 에테르(PGtBE)의 글리콜 에테르 성분에 대한 최근의 NTP 연구를 토대로, OEHHA 는 그 독성과 발암 가능성에 대해 우려를 표명했습니다. 특히 우려된 것은 생쥐에게 종양이 발생한 사실이었습니다. Rynex™의 이전 구성성분에 대한 자세한 독성 연구 내용은 기술평가보고서(Technical Assessment Report)에서 찾아볼 수 있습니다. Rynex 3 는 현재 구성성분을 함유한 Rynex™로, PGtBE 는 없지만 대신 디프로필렌 글리콜 터트-부틸 에테르(DPTB)가 들어 있습니다. 현재 DPTB 에 대해 알려진 독성 자료는 한정돼 있습니다. 이것이 TAC 인지 확인하기 위해 정식 평가가 이루어진 적은 없습니다.

<u>제한적으로 사용되는 드라이클리닝 기술들</u>

1-Bromopropane(1-브로모프로판)(엔-프로필 브로마이드)

1-브로모프로판(엔-프로필 브로마이드 또는 n-PB 또는 DrySolv)은 현재 캘리포니아 밖에서 사용되고 있는 신종 기술입니다. 이것은 VOC 로 간주됩니다. 이 용제가 2 차 제어 시스템이 있는 변형 퍼크-드라이클리닝 기계에서 사용되고 있다 해도, 업계 대표들은 엔-프로필 브로마이드의 본래 특성상 그런 기계에서 누출가스와 배출가스가 더 많이 발생할 수도 있을 것으로 우려하고 있습니다.

- *건강과 환경에 미치는 영향*

  캘리포니아 보건서비스국(Department of Health Services)에 따르면, 이 용제는 신경독물(neurotoxicant)이자 생식독물(reproductive toxicant)이며, 제안(Proposition) 65 호에 의하여 생식독물로 분류되고 있습니다. 이 용제는 시험 동물 암수 모두에게서 불임을 초래하고 태아 형성에 해를 끼칩니다. 신경을 손상시켜 허약, 통증, 무감각, 마비 등을 일으킬 수 있습니다. 1-브로모프로판은 냄새가 독하고 퍼크보다 휘발성이 강한 화합물이어서 인근 주민에게 노출되어 불쾌감을 줄 가능성이 큽니다. 이 화합물이 TAC 인지 확인하기 위해 정식 평가가 이루어진 적은 없습니다.

Solvair™(솔베어)(디프로필렌 글리콜 노멀 부틸 에테르/ CO_2)

솔베어는 최근에 사용되는 상업용 드라이클리닝 기술입니다. 솔베어 장비는 기본 세탁에 디프로필렌 글리콜 엔-부틸 에테르(DPNB)가 사용되고 액체 CO_2는 용제를 헹구고 의복을 말리는 데 사용되는 폐루프 프로세스를 사용합니다.

- *건강과 환경에 미치는 영향*

  DPNB 는 일종의 프로필렌 글리콜 에테르입니다. 현재 DPNB 에 대해 알려진 독성 정보는 한정돼 있습니다. 이것이 TAC 인지 확인하기 위해 정식 평가가 이루어진 적은 없습니다. 솔베어 기술에 사용되는 CO_2 에 노출돼도 건강에 미칠 것으로 예상되는 위험은 없습니다.

화재 위험과 관련한 고려사항

이 개요서에 소개된 대체 드라이클리닝 기술은 습식세탁과 CO_2 세탁 기술을 제외하고 인화성 및/또는 가연성 때문에 지역의 통합 프로그램 공인 시행기관(Certified Unified Program Agency, CUPA)이 규제를 가할 수도 있는 용제를 사용합니다. CUPA 연락처는 다음 웹사이트에서 찾을 수 있습니다: http://www.calepa.ca.gov/CUPA/Directory/default.aspx.

자세한 정보

대체기술에 관한 자세한 정보는 다음 웹사이트에서도 얻을 수 있습니다: www.arb.ca.gov/toxics/dryclean/dryclean.htm. 이 웹사이트에는 규제 관련 정보와 공식적인 규칙 제정 문서가 수록돼 있습니다. 수정된 드라이클리닝 대기부유 유독물질 통제조치의 현황 및 요건에 관한 자세한 내용은 아래 ARB 실무진에게 문의하십시오.

Mei Fong (메이 퐁) 전화: (916) 324-2570	Sonia Villalobos (소니아 빌라로보스) 전화: (916) 327-5983	Hafizur Chowdhury(AB 998 프로그램) (하피주르 초두리) 전화: (916) 322-2275

또는 질문사항을 dryclean@arb.ca.gov 로 이메일로 보내셔도 됩니다.