

실리카에 대한 신뢰할 수 있는 모니터링은 발전소 효율을 뒷받침합니다.

소개

West Burton B CCGT는 영국의 Nottingham 인근에 위치한 복합 사이클 가스 터빈 발전소입니다. 이 발전소는 개방 사이클 가스 터빈 3대를 사용하여 영국의 약 150만 가정에 공급이 가능한 전력을 발전합니다. 모든 연소 기반 발전소와 마찬가지로 CCGT는 발전소의 물과 증기 처리에서 실리카 수준을 모니터링해야 합니다. 발전소의 제어계측(C&I) 팀 리더인 Sean Todd는 다음과 같이 말합니다. “보일러 화학은 발전소 관리자가 직면하고 있는 주요 과제 중의 하나이며 처음에 이 발전소에 설치된 모니터링 시스템이 요구되는 사양을 충족시켰지만 필요한 정확성과 신뢰성을 제공하는 데에는 실패했습니다.

“우리는 2014년 2월초에 모니터를 Hach 5500sc 실리카 분석기로 교체하고 결과에 아주 만족했습니다. 지난 10개월 동안 새 모니터는 매우 뛰어난 정확성과 신뢰성을 입증하면서 유지 보수가 거의 필요 없었습니다.”

Hach 5500sc 실리카 분석기를 설치하기 전에는 기존의 모니터를 신뢰할 수 없어서 매일 여러 지점에서 매뉴얼 샘플을 두 번씩 채취해야 했습니다. 이 샘플 중 일부는 현장 실험실에서 시험하지만 다른 샘플은 약 50마일 떨어진 자매 실험실로 보내야 했습니다. 이 결과 과도한 비용과 지연이 발생했습니다. 또한 기존의 모니터는 재교정이 빈번하게 요구되어 유지 보수 요구 사항이 많았으며 시약을 과도하게 사용해야 했습니다.

실리카의 중요성

지각의 많은 부분을 차지하는 실리콘(Si)은 자연에서 산소 다음으로 풍부합니다. 실리콘은 대개 용존 실리카 또는 소량의 규산염 부유 입자(콜로이드 실리카) 형태로 모든 천연 공급수에 소량의 농도로서 존재합니다. 실리카라고도 부르는 이산화규소는 실리콘 산화물로 화학식이 SiO₂입니다. 실리카는 증기에서 쉽게 용해되므로, 양이 충분한 경우 터빈 블레이드와 보일러 튜브의 표면에 유리 모양의 물질로 침전될 수 있습니다.

터빈 블레이드의 실리카 침전물은 피팅(pitting)과 다른 결함을 유발할 수 있지만, 또한 블레이드의 불균형을 초래하여 진동을 유발하고 심지어 터빈 블레이드와 외부 케이싱 사이의 미세한 공차로 인해 고장을 일으킬 수 있습니다. 터빈은 높은 비용이 소요되므로 효과적인 검사와 유지 보수가 매우 중요합니다. 또한 열 효율이 손실되어 발전소 전체 효율이 저하될 수 있으므로, 실리카가 보일러 튜브 내에 침전되지 않도록 방지해야 합니다.



West Burton B CCGT 현장

모니터링 시스템

보일러 급수와 포화 증기에 대한 요구 수준의 준수를 입증하기 위해 실리카 농도 데이터가 필요합니다. 그러나 데이터는 예를 들어 암모니아 투여 등, 보일러 내 pH를 조절하기 위한 운전 목적으로도 필요합니다. 또한 보형 목적으로도 필요합니다.

실리카의 침전을 방지하기 위해, 거의 완전한 탈염수를 생성하는 높은 처리 수준이 필요합니다. CCGT는 트렌트 강(River Trent)에서 물 공급을 끌어들이며 사용에 충분한 물을 정화하기 전에 다양한 처리 과정이 필요합니다. 이러한 과정은 퇴적, 여과, 응집, 이온 교환을 포함합니다. 실리카 분석기는 발전소에서 처리된 물 샘플을 가져와서 수준이 허용 가능 범위 내에 있는지 확인합니다. 또한 발전소의 전략적인 지점에서 온라인 샘플을 얻어서 실리카 수준이 과정 전체에서 허용 가능한 농도인지 확인합니다.

이온 교환 발전소의 효율을 모니터링하는 수처리 발전소와 Hach 5500sc 실리카 분석기 두 대와 Hach 9240 나트륨 분석기 한 대, Hach Orbisphere K1100 LDO 용존 산소 광학 프로브 2개, pH 프로브 5개, 전도성 프로브 21개가 있는 '보일러 분석기 하우스'의 두 장소에서 온라인 모니터링을 수행합니다. 발전소 주변에서 샘플 튜브 네트워크를 통해 증기와 블로우다운 증기의 연속적인 물 샘플을 분석기 하우스로 전달합니다.

새로운 Hach Orbisphere K1100 LDO(발광 용존 산소) 프로브도 모니터링 시스템의 유지 보수 요구를 최소화하는데 도움을 줍니다. 광학 측정 기술을 사용하는 이러한 프로브는 6 - 12개월마다 보정하며 광점이 몇 년마다 변합니다. 이 기술은 측정 과정 동안 산소를 실질적으로 소비하며 측정값이 변동하는 경향이 있어서 재교정이 빈번하게 요구되는 이전의 전기화학 막으로 덮인 DO 센서와 극명하게 대비됩니다. 또한 현장의 보일러 화학자는 발전소 어디에서든 빠른 측정이 가능한 Orbisphere 3100 LDO의 이동식 버전도 사용합니다.

Sean Todd와 그의 팀은 Hach 5500sc 실리카 분석기를 사용하여 각각의 샘플 스트림에서 15분마다 측정하여 성능에 대한 실제에 가까운 데이터를 얻고 경고 수준에 도달하기 전에 적절한 조치를 취할 수 있습니다.

5500sc는 산성 조건에서 몰리브덴산염 이온을 포함하는 샘플에 반응하여 실리카를 측정해서 규몰리브덴산 복합체를 구성합니다. 구연산 첨가물이 인산 복합체를 파괴한 후 아미노산 시약을 첨가하여 노란색 규몰리브덴산을 실리카 농도에 비례하며 815 nm에서 광학적으로 측정되는 강렬한 푸른색으로 환원시킵니다. 분석기를 최대 90일 동안 무인으로 작동하기 위해 일반적으로 시약은 2리터만 필요합니다.



보일러 분석기 하우스

정확도와 신뢰도가 급격하게 개선되고 비용은 절감된 5500sc 분석기의 중요한 혁신은 빈번한 펌프 관련 유지 보수의 필요성을 제거한, 업계에서 유일한 압축 시약 전달 시스템에서 이루어졌습니다. "분석기 내부의 캐비닛에 압력이 가해진 후 도어를 열면 압력이 완화됩니다."라고 C&I 기술자 Nick Craddock이 말합니다. "이는 간편하면서도 청결한, 병 교환 절차입니다."

분석기는 500 ppb 실리카 내부 표준을 사용하여 주 1회씩 자동으로 교정됩니다. Nick Craddock은 또한 다음과 같이 말합니다. "일반적으로 측정값이 501 또는 502 ppb이므로 새 모니터는 믿을 수 없을 정도로 정확하며 운전 비용이 훨씬 적게 듭니다. 이전에는 시약을 약 30일 후에 교환해야 했지만 지금은 90일마다 시약을 교환합니다. 분석기는 실리카 측정 이외에 '자체 감시 상태'로 연속적인 업데이트를 제공하므로 예방적 유지 보수가 가능하며 정지 시간을 피할 수 있습니다."

계측기 자체 감시 상태는 Prognosys 소프트웨어 패키지를 사용하여 관리합니다. Hach 5500sc 실리카 분석기는 소프트웨어를 운영하고 구성하며, 다음 유지 보수 작업까지 남아있는 시간에 대한 서비스 표시기와 측정값 표시기로 수평 막대를 표시합니다. 각 센서의 상태는 녹색, 노란색, 빨간색 표시기로 나타납니다. 서비스 메시지는 사용자가 완료해야 하는 유지 보수 업무(예: 센서 청소 또는 시약 교체)에 대한 정보를 제공합니다. 모든 서비스 메시지에서 서비스 기술자에게 연락하거나 교환 부품을 주문하는 기간을 카운트 다운하며 충분한 시간을 제공합니다.

새 모니터를 설치한 후, Hach는 모니터링 시스템을 확인하고 개조하기 위한 연 2회 방문을 포함하는 서비스 계약을 체결했습니다.

결론

요약, Sean Todd의 발언: “CCGT 발전소는 이 발전소의 미세한 공차로 인해 정확성에 보다 집중해서 초점을 맞추므로 모니터링 시스템의 성능에 대해 크게 강조합니다. 우리는 소규모 C&I 팀과 함께 유지 보수 요구 사항을 줄이고 효율을 개선하기 위한 새로운 방식을 계속해서 찾고 있습니다.

“보일러 화학은 우리에게 중요한 문제이므로, 정확하고 신뢰할 수 있는 실리카 모니터의 개발은 막대한 이익이었습니다. 당연히 다른 발전소 작업자들도 우리의 성공에 크게 관심을 보이고 있으며, 우리의 경험을 그들과 나누게 되어 매우 기쁩니다.”



Hach 5500sc 실리카 분석기