



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0030036

(51)⁷ B01J 21/06; C01G 23/047; B01D 53/56 (13) B

(21) 1-2014-01913

(22) 16/11/2012

(86) PCT/US2012/065616 16/11/2012

(87) WO 2013/074984 23/05/2013

(30) 61/560,669 16/11/2011 US

(45) 25/11/2021 404

(43) 25/05/2015 326A

(73) TRONOX LLC (US)

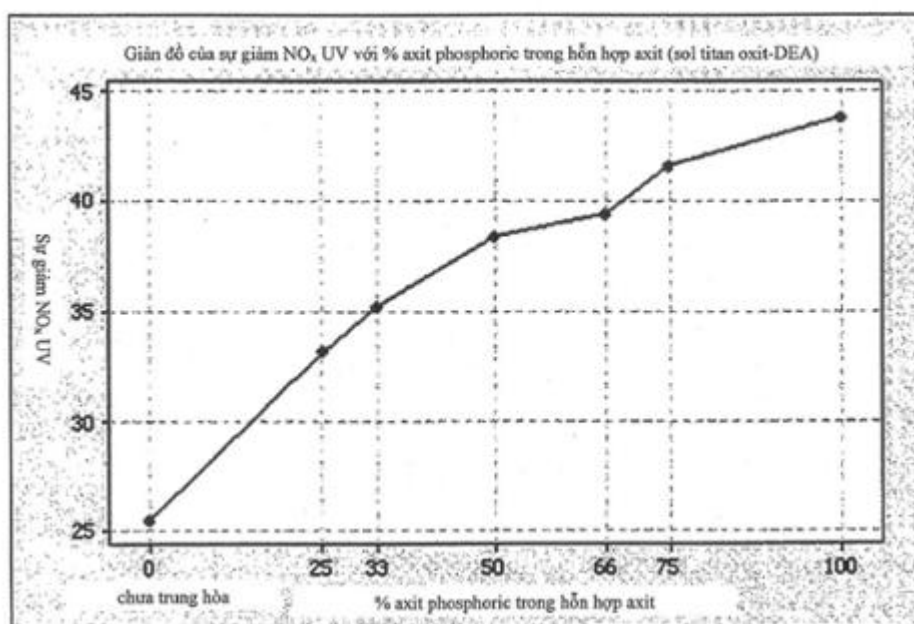
3301 NW 150th St, Oklhom City, OK 73134, United States of America

(72) KERROD, Julie, Elizabeth (GB); WAGSTAFF, Anthony, Roy (GB).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS HANOI)

(54) SOL TITAN ĐIOXIT QUANG XÚC TÁC TRUNG TÍNH, ỔN ĐỊNH VÀ TRONG SUỐT, PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ SOL NÀY VÀ CHẾ PHẨM DIỆT KHUẨN CHỨA SOL NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến sol titan đioxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt, phương pháp điều chế sol này, và chế phẩm diệt khuẩn bao gồm sol này. Phương pháp bao gồm (1) phản ứng của sol titan đioxit kiềm với tác nhân giải keo kiềm để tạo thành sol titan đioxit kiềm đã giải keo; (2) trung hòa sol titan đioxit kiềm đã giải keo; và (3) thu hoặc gom được sol titan đioxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt. Sol titan đioxit là ổn định và trong suốt trên phạm vi độ pH từ 7,0 đến 9,5. Sol titan đioxit có thể bao gồm các tinh thể titan đioxit có kích thước hạt trung bình nhỏ hơn 10nm với ít nhất 90% hạt tinh thể ở dạng anataza.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình, biện pháp, phương pháp, sản phẩm, kết quả và/hoặc khái niệm (sau đây được gọi chung là khái niệm của sáng chế và giải pháp kỹ thuật) liên quan đến thành phần cấu tạo lớp phủ quang xúc tác trên bề mặt. Cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến sol chứa các hạt nano titan điôxit được sử dụng để tạo ra lớp phủ quang xúc tác trong suốt trên chất nền để khử ô nhiễm và/hoặc tự làm sạch và cũng có thể có các đặc tính chống khuẩn trong một số phương án nhất định.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các đặc tính quang xúc tác của vật liệu bán dẫn titan điôxit được tạo ra từ sự dịch chuyển các electron từ vùng hóa trị đến vùng dẫn dưới bức xạ cực tím (UV) và vùng gần bức xạ cực tím. Cặp phản ứng electron-lỗ trống được tạo ra sự dịch chuyển đến bề mặt của các hạt electron titan điôxit nơi các lỗ bị oxy hóa nước hấp thụ để tạo thành các gốc hydroxyl hoạt động và các electron giảm oxy hấp thụ để tạo thành các gốc peroxit, cả hai có thể làm giảm NO_x và các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (volatile organic compound - VOC) trong không khí. Khi xem xét các đặc tính này, titan điôxit quang xúc tác đã được sử dụng trong lớp phủ (cả được bọc và không được bọc) và tương tự để loại bỏ các chất ô nhiễm khỏi không khí. Các lớp phủ như vậy có thể cũng có những ưu điểm là tự làm sạch các vết bẩn (mỡ, nấm mốc, tảo, vi khuẩn, v.v.) cũng bị oxy hóa trên bề mặt.

Trong nhiều ứng dụng, mong muốn có được lớp phủ titan điôxit được tạo ra trong suốt nhằm duy trì màu sắc ban đầu của chất nền (ví dụ như sứ, đá lát, gạch, đá, dụng cụ phẫu thuật ốp đá cẩm thạch được sử dụng trong y tế, các tế bào năng lượng mặt trời, vải dệt và không dệt từ sợi thiên nhiên hoặc tổng hợp, v.v.) hoặc tính trong suốt của các vật liệu (ví dụ cửa sổ kính, kính chắn gió xe ô tô, dụng cụ phẫu thuật dùng để quan sát, v.v.). Sol titan điôxit đã được chứng minh là vật liệu tiền thân hữu ích cho việc tạo ra các loại lớp phủ hoạt động và trong suốt này.

Sol titan điôxit ổn định có tính kiềm có thể được thiết lập ở độ pH trên 11,30. Sol có thể được sử dụng để tạo ra các lớp phủ bề mặt có thể dùng trong các tòa nhà, bề mặt bê tông và đường bộ. Tuy nhiên, sol thường có mùi mạnh, hắc, và gây kích ứng “kiểu amoni” và có thể dễ cháy trong những điều kiện nhất định. Do đó, rất khó để sử dụng loại sol này mà không phát sinh chi phí và khó khăn cho việc sử dụng các thiết bị bảo hộ cá nhân và các chi phí khác cho việc áp dụng các công nghệ chiết tách để loại bỏ phần dung dịch keo dư thừa khỏi các khu vực liên kề (chẳng hạn như trên nền đất). Ngoài ra, các chất nền còn có thể gây phản ứng ngược không tốt với các tác nhân giải keo độ pH cao có trong sol.

Nhằm khắc phục các nhược điểm nói trên, cần phải trung hòa sol titan điôxit kiềm để tạo thành sol không mùi và không bị cháy, và để cho phép sol như vậy được áp dụng làm lớp phủ bề mặt gốc nước quang hoạt thân thiện với môi trường. Tuy nhiên, do độ pH của sol titan điôxit kiềm bị giảm xuống, nên hệ chất keo thường bị kết tụ và trở nên mất ổn định và thậm chí có thể bị phá hủy. Sự kết tụ như vậy là không thể thay đổi, có nghĩa là ngay cả sol được tái điều chỉnh lại đến độ pH cao, thì vẫn không lấy lại được sự ổn định keo gắn kết. Do đó, với mong muốn như vậy và qua thời gian dài tìm kiếm trong lĩnh vực kỹ thuật này để cung cấp sol trung tính ổn định gồm có titan điôxit quang xúc tác phản ứng, trung tính và trong suốt. Cũng do nhu cầu cần thiết loại sol titan điôxit tác dụng quang xúc tác hoạt động, trung tính và trong suốt nói trên phải có được sự ổn định trong khoảng thời gian kéo dài và cũng duy trì được hoạt tính quang xúc tác theo thời gian và ở mức hoạt tính cao hơn các loại đang lưu hành trên thị trường. Như đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, sẽ rất khó để tạo ra được sol TiO_2 trung tính ổn định và trong suốt (đã được tìm kiếm và nghiên cứu từ lâu trong lĩnh vực công nghiệp) bởi vì khuynh hướng tự nhiên của TiO_2 là kết thành cục giữa các giá trị độ pH từ khoảng 4 đến 10 do hiện tượng thiếu sự ổn định tĩnh điện xảy ra ở độ pH trung tính (hoặc gần trung tính). Hơn nữa, rất khó để xác định các phân tử thích hợp hoặc hiệu quả có thể hoạt động như là chất ổn định không gian trong sol TiO_2 do kích thước hạt rất nhỏ của TiO_2 . Chất ổn định không gian có hiệu quả là các phân tử thường lớn hơn, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cũng đã nhận thấy rằng rất khó để xác định được chất ổn định không gian thích hợp để sử dụng. Đây cũng là sự cần thiết để có được dung dịch sol titan điôxit tác dụng quang xúc tác, trung

tính, hoạt động và trong suốt để tạo ra khả năng chống khuẩn/diệt khuẩn. Mong muốn nữa là sáng chế đề xuất phương pháp mới để điều chế dịch sol hoạt động, trung tính ổn định và trong suốt có thể dễ dàng thực hiện trên quy mô thương mại.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để đáp ứng các mục đích nói trên và các mục đích khác, sáng chế đề xuất sol titan điôxit hoạt động, trung tính, ổn định, trong suốt và có thể sử dụng an toàn và thân thiện với môi trường, có thể được tạo ra bằng cách trung hòa sol dịch keo titan điôxit kiềm theo cách thức như được mô tả dưới đây.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp điều chế sol titan điôxit quang xúc tác hoạt động, trung tính, ổn định và trong suốt được đề xuất, bao gồm: (1) tạo phản ứng giữa keo titan điôxit ngậm nước với tác nhân giải keo kiềm để tạo ra sol titan điôxit đã giải keo kiềm; (2) trung hòa sol titan điôxit đã giải keo kiềm; và (3) thu hoặc gom sol titan điôxit quang xúc tác, trung tính, ổn định và trong suốt thu được.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp điều chế sol titan điôxit quang xúc tác hoạt động, trung tính, ổn định và trong suốt được đề xuất, bao gồm: (1) kết tủa titan điôxit ngậm nước từ sol có hợp chất titan trong đó để tạo thành các hạt phân tử titan điôxit; (2) tạo thể phân tán của các hạt phân tử titan điôxit trong môi trường lỏng; (3) xử lý thể phân tán với tác nhân giải keo kiềm để thu được sol titan điôxit đã giải keo kiềm; (4) trung hòa sol titan điôxit đã giải keo kiềm; và (5) thu hoặc gom sol titan điôxit quang xúc tác, trung tính, ổn định và trong suốt thu được.

Sol titan điôxit đã giải keo kiềm có thể được trung hòa bằng cách đun sôi sol titan điôxit đã giải keo kiềm, trộn hydro peroxit với sol titan điôxit đã giải keo kiềm, hoặc trộn hợp chất axit với sol titan điôxit đã giải keo kiềm. Hợp chất axit có thể bao gồm, ví dụ nhưng không hạn chế, hợp chất axit thứ nhất và hợp chất axit thứ hai, trong đó hợp chất axit thứ nhất và hợp chất axit thứ hai có thể được chọn từ nhóm bao gồm một axit vô cơ, một axit hữu cơ hoặc sự kết hợp của chúng.

Sol titan điôxit thu được sẽ hoạt động, ổn định và trong suốt trong phạm vi độ pH từ khoảng 8,5 đến khoảng 9,5. Sol titan điôxit ổn định chất keo có thể ở dạng các hạt titan điôxit có kích thước trung bình nhỏ hơn khoảng 50nm, với các mầm tinh thể nhỏ

hơn khoảng 20nm, nhỏ hơn khoảng 10nm hoặc giữa khoảng 1nm và khoảng 10nm, với phần lớn các mầm tinh thể ở dạng anataza. Trong phương án thay thế, mầm tinh thể có thể có kích thước hạt trung bình giữa khoảng 1nm và khoảng 5nm. Theo phương án khác của sáng chế, ít nhất 90% mầm tinh thể là ở dạng anataza.

Theo một phương án, titan điôxit theo sáng chế có hơn 95% trọng lượng ở dạng anataza. Theo các phương án khác, hạt phân tử titan điôxit theo sáng chế có kích thước hạt trung bình nhỏ hơn khoảng 10nm hoặc, có thể nhỏ hơn 5nm.

Theo phương án khác, sáng chế bao gồm bao gồm các hạt titan điôxit có kích thước hạt trung bình nhỏ hơn khoảng 50nm, trong đó sol là trong suốt, ổn định trong ít nhất 1 tháng khi được lưu trữ ở nhiệt độ phòng. Theo phương án khác, sol là ổn định khi được lưu trữ ít nhất 2, 3, 4 tháng nhiệt độ phòng. Theo phương án khác nữa, sol ổn định khi lưu trữ ít nhất 5 tháng hoặc 6 tháng ở nhiệt độ phòng. Theo phương án khác, sol ổn định khi lưu trữ ít nhất 1 năm hoặc hai năm ở nhiệt độ phòng. Theo phương án khác, sol có độ nhớt nhỏ hơn khoảng 100 centipoise sau ít nhất 4 tuần ở nhiệt độ phòng.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt được tạo ra từ sol titan điôxit kiềm được giải keo và trung hòa.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất cấu trúc hoặc chế phẩm chứa sol titan điôxit trung tính hoạt động để sử dụng trên bề mặt chất nền để loại bỏ NO_x dưới sự tiếp xúc với tia cực tím UV. Sol theo sáng chế có tính ổn định lâu hơn so với các các loại keo thương phẩm sẵn có khác trên thị trường và có kích thước và đặc tính trong suốt tương tự.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất chế phẩm chống khuẩn bao gồm sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt, mà khi tiếp xúc với vi khuẩn, sẽ tiêu diệt ít nhất 80% vi khuẩn.

Các khía cạnh trên đây của sáng chế sẽ được hiểu dễ dàng hơn thông qua phần mô tả chi tiết sáng chế kết hợp với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ so sánh sự khử NO_x của sol titan điôxit kiềm chứa DEA (đietyl amin) được xử lý với tỷ lệ khác nhau của axit phosphoric kết hợp với axit axetic dưới bức xạ của tia cực tím.

Fig.2 là biểu đồ so sánh sự khử NO_x của sol titan điôxit kiềm chứa TMAOH (tetrametylamonni hydrôxit) được xử lý với tỷ lệ khác nhau của axit phosphoric kết hợp với axit axetic dưới bức xạ của tia cực tím.

Fig.3 là biểu đồ so sánh sự khử NO_x của sol titan điôxit kiềm chứa DEA được xử lý với tỷ lệ khác nhau của axit phosphoric kết hợp với axit axetic dưới bức xạ của các nguồn ánh sáng khác nhau.

Fig.4 là biểu đồ so sánh sự khử NO_x của sol titan điôxit kiềm chứa TMAOH được xử lý với tỷ lệ khác nhau của axit phosphoric kết hợp với axit axetic dưới bức xạ của các nguồn ánh sáng khác nhau.

Fig.5 là biểu đồ so sánh sự khử NO_x của sol titan điôxit kiềm chứa DEA được xử lý với các axit khác nhau trên bê tông dưới bức xạ của tia cực tím như hàm số thời gian.

Fig.6 là biểu đồ so sánh sự khử NO_x của sol titan điôxit kiềm chứa DEA được xử lý với các axit khác nhau trên bề mặt kính dưới bức xạ của tia cực tím như hàm số thời gian.

Fig.7 là biểu đồ so sánh sự khử NO_x của sol titan điôxit kiềm chứa DEA sau khi trung hòa với axit axetic và phosphoric trên bê tông tại các điểm tiếp xúc NO ban đầu khác nhau bức xạ của tia cực tím như hàm số thời gian.

Fig.8 là biểu đồ so sánh hàm lượng NO trên đường cơ sở với các phép đo tại tường bê tông được phủ sol titan điôxit kiềm đã trung hòa chứa DEA như hàm số thời gian tại khu vực Camden - London, Anh.

Fig.9 là biểu đồ so sánh hàm lượng NO_2 trên đường cơ sở với các phép đo tại tường bê tông được phủ sol titan điôxit kiềm đã trung hòa chứa DEA như hàm số thời gian tại khu vực Camden - London, Anh.

Fig.10 là biểu đồ so sánh độ nhớt theo thời gian của các sol titan điôxit chứa các hàm lượng DEA khác nhau.

Fig.11 là biểu đồ so sánh độ nhớt theo thời gian của các sol titan điôxit chứa các hàm lượng DEA khác nhau được xử lý với một trong axit phosphoric hoặc hỗn hợp axit phosphoric/axetic.

Fig.12 là biểu đồ so sánh độ nhớt của các sol titan điôxit chứa các hàm lượng DEA khác nhau và được rửa bằng một trong số nước khử khoáng hoặc nước máy.

Fig.13 là biểu đồ so sánh hàm lượng NO trên đường cơ sở với các phép đo tại tường bê tông được phủ sol titan điôxit kiềm đã trung hòa chứa DEA, và với các phép đo tại tường bê tông được phủ gỗ như hàm số thời gian tại khu vực Camden - London, Anh.

Fig.14 là biểu đồ so sánh hàm lượng NO₂ trên đường cơ sở với các phép đo tại tường bê tông được phủ sol titan điôxit kiềm đã trung hòa chứa DEA, và với các phép đo tại tường bê tông được phủ gỗ, như hàm số thời gian tại khu vực Camden - London, Anh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi mô tả chi tiết sáng chế, cần phải hiểu rằng các khái niệm, quy trình, phương pháp, kết quả này không làm giới hạn phạm vi của sáng chế ở cấu trúc và sự sắp xếp các thành phần hoặc các bước hoặc các phương pháp được thiết lập trong phần mô tả dưới đây hoặc được minh họa trên các hình vẽ. Các khái niệm, quy trình, biện pháp và/hoặc kết quả theo sáng chế được bộc lộ ở đây có thể có các phương án khác hoặc có thể được triển khai hoặc thực hiện theo cách khác mà không rời khỏi phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, cần hiểu rằng các từ ngữ, thuật ngữ được sử dụng trong tài liệu này nhằm mục đích mô tả và không được xem là làm giới hạn sáng chế theo bất kỳ cách nào. Đối với các sáng chế tham chiếu hoặc không được đề cập đến ở đây cần được hiểu như là được kết hợp toàn bộ ở đây để tham khảo nếu được đặt ra một cách rõ ràng ở đây.

Tất cả các thuật ngữ sử dụng ở đây nhằm nói đến ý nghĩa thông thường của chúng trừ khi có quy định khác. Thuật ngữ “sol” đề cập đến huyền phù keo của các

hạt. Thuật ngữ “NO_x” đề cập đến các loại khí NO (nitơ ôxit) và NO₂ (nitơ điôxit), hoặc cả hai hoặc riêng rẽ.

Khi đề cập đến việc thực hiện để “loại bỏ” các chất ô nhiễm ra khỏi không khí, nó sẽ được hiểu là việc loại bỏ một phần hoặc hoàn toàn các chất ô nhiễm ra khỏi không khí. Mặc dù sự loại bỏ là “đáng kể” có thể được xác định bằng các phương pháp được đề xuất trong các ví dụ, trong đó “loại bỏ đáng kể” đề cập đến việc giảm nồng độ của một lượng nhất định của chất gây ô nhiễm ít nhất khoảng 5%, tốt hơn là ít nhất khoảng 10%. Và tốt nhất là khoảng 15%. Như được bộc lộ ở đây (kể cả các ví dụ), người có hiểu biết trung bình trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng sol theo sáng chế cung cấp sự loại bỏ NO_x đặc biệt và/hoặc sự thoái biến và, trong nghiên cứu cụ thể, sol theo sáng chế cung cấp sự loại bỏ 60% NO và 20% NO₂ dưới điều kiện môi trường ngoài trời cụ thể ở London.

Phương pháp điều chế sol titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt theo sáng chế bao gồm: (1) tạo phản ứng giữa keo titan điôxit ngâm nước với tác nhân giải keo kiềm để tạo ra sol titan điôxit đã giải keo kiềm; (2) trung hòa sol titan điôxit giải keo kiềm; và (3) thu hoặc gom sol titan điôxit quang xúc tác hoạt động, trung tính, ổn định và trong suốt thu được chủ yếu ở dạng anataza và có thể có kích thước hạt trung bình nhỏ hơn 50nm. Theo phương án khác, kích thước hạt trung bình của titan điôxit nhỏ hơn hoặc bằng 20nm. Người có hiểu biết trung bình trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng kết quả là tạo ra sol quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt sẽ vô định hình trong tự nhiên.

Theo một phương án, tác nhân giải keo kiềm là mono-, đi- hoặc trialkyl amin; mono-, đi- hoặc triarylamín; các gốc hữu cơ với hai hoặc nhiều nhóm chức chẳng hạn như đialkanolamin và trialkanolamin và tương tự. Các tác nhân giải keo mono-, đi- hoặc trialkylamin có thể bao gồm các nhóm alkyl mạch thẳng, mạch nhánh hoặc vòng. Amin thích hợp bao gồm, nhưng không giới hạn, mono-, đi- hoặc trimetyl amin; mono-, đi- hoặc trietylamin; mono-, đi- hoặc tripropylamin; mono-, đi- hoặc tributyl amin, sec-butylamin, isobutylamin, isopropylamin, isoamylamin, tert-amylamin, 2-metylbutylamin, 1-metylbutylamin và những sự kết hợp tương tự. Theo một phương án tác nhân giải keo kiềm là dietyl amin.

Amin với các nhóm alkyl vòng bao gồm, nhưng không giới hạn xyclopropylamin, xyclobutylamin, xyclopentylamin, xyclohexylamin, xycloheptylamin và xyclooctylamin cũng như dẫn xuất đi- và tri-alkyl của chúng. Tất nhiên, amin với các nhóm alkyl vòng khác nhau như điisopropyletylamin, etylbutylamin, metyletylamin, và tương tự, có thể được sử dụng. Cũng được dự định theo sáng chế là các amin vòng chẳng hạn như pyrrolidin, piperidin, morpholin, và tương tự, cũng như dẫn xuất N-alkyl của chúng. Tốt hơn là, các mono-, đi- hoặc trialkyl amin lớn như tert-butylamin, trietylamin, propylamin, dipropylamin, điisopropyletylamin, và tương tự, được sử dụng như những tác nhân giải keo kiềm.

Theo phương án khác, tác nhân giải keo kiềm có thể là amoni hydroxit bậc bốn. Amoni hydroxit bậc bốn có thể, theo một phương án, được chọn từ nhóm bao gồm tetraalkylamoni hydroxit với alkyl có chứa một trong các nguyên tử từ C_1 đến C_{10} hoặc sự kết hợp giữa các nguyên tử từ C_1 đến C_{10} . Amoni hydroxit bậc bốn có thể là tetralmetylamoni hydroxit.

Bước trung hòa sol titan điôxit đã giải keo kiềm có thể được thực hiện bằng cách đun sôi sol titan điôxit kiềm đã giải keo, trộn hydro perôxit với sol titan điôxit kiềm giải keo, hoặc trộn hợp chất axit với sol titan điôxit kiềm đã giải keo. Đun sôi sol titan điôxit kiềm đã giải keo có thể tiến hành ở nhiệt độ để loại bỏ tác nhân giải keo kiềm ở nhiệt độ cao. Theo một phương án, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 40°C đến 120°C . Theo phương án khác nhiệt độ nằm trong khoảng từ 60°C đến 110°C .

Hydro perôxit có thể phản ứng với titan điôxit để tạo ra phức peroxo ổn định. Nói chung, cần lượng lớn hydro perôxit để sự trung hòa xảy ra. Theo một phương án, khoảng 50% đến 200% hydro perôxit được sử dụng dựa trên trọng lượng của sol titan điôxit kiềm đã giải keo. Theo phương án khác, có khoảng từ 100% đến 150% hydro perôxit được sử dụng dựa trên trọng lượng của sol titan điôxit kiềm đã giải keo. Dựa trên những mô tả chi tiết này, người có hiểu biết trung bình trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu rằng bất kỳ tỷ lệ cụ thể nào của hydro perôxit có thể được sử dụng để miễn là sự trung hòa xảy ra.

Theo một phương án, hợp chất axit có thể được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất axit thứ nhất, hợp chất axit thứ hai và sự kết hợp của chúng. Theo một phương án, hợp

chất axit thứ nhất có thể được lựa chọn từ axit vô cơ, axit hữu cơ và sự kết hợp của chúng. Theo một phương án, axit vô cơ là axit phosphoric. Theo một phương án, axit hữu cơ có thể là axit aliphatic, axit hydroxycarboxylic thơm hoặc sự kết hợp của chúng. Ví dụ, axit hữu cơ có thể được chọn từ nhóm bao gồm axit oxalic, axit xitric, axit tartaric, axit salixylic và sự kết hợp của chúng.

Hợp chất axit thứ hai có thể là axit vô cơ, axit hữu cơ hoặc sự kết hợp của chúng. Theo một phương án, axit vô cơ là axit nitric. Khi axit hữu cơ được sử dụng, đó có thể là axit axetic. Tỷ lệ của hợp chất axit thứ nhất có thể thay đổi từ khoảng 25 đến khoảng 100 phần trọng lượng và tỷ lệ của hợp chất axit thứ hai có thể thay đổi trong khoảng từ 0 đến 75 phần trọng lượng và người có hiểu biết trung bình trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và có khả năng điều chỉnh thích ứng tỷ lệ cần thiết.

Theo phương án cụ thể, hợp chất axit bổ sung thêm từng giọt linh hoạt vào sol titan điôxit giải keo kiềm khi khuấy ở nhiệt độ phòng. Việc khuấy có thể được thực hiện liên tục hoặc không liên tục miễn là các tính năng yêu cầu được đáp ứng. Kết quả cuối cùng của việc trung hòa dịch keo trung hòa trong khoảng là giá trị độ pH cuối cùng được kiểm soát trong khoảng từ 8 đến 9.

Khía cạnh khác của sáng chế là đề xuất phương pháp để điều chế dịch keo quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt, phương pháp bao gồm: (1) kết tủa titan điôxit ngậm nước từ sol có hợp chất titan trong đó để tạo thành các hạt phân tử titan điôxit; (2) tạo thể phân tán của các hạt phân tử titan điôxit trong môi trường lỏng; (3) xử lý thể phân tán với tác nhân giải keo kiềm để thu được sol titan điôxit kiềm đã giải keo; (4) trung hòa sol titan điôxit giải keo kiềm; và (5) thu hoặc gom sol titan điôxit quang xúc tác, trung tính, ổn định và trong suốt thu được.

Các hợp chất chứa titan có thể là các chất có khả năng tạo ra kết tủa titan điôxit. Theo một phương án, hợp chất chứa titan hợp chất titan hữu cơ. Các hợp chất titan hữu cơ phù hợp nhưng không giới hạn gồm có titan alcoxit của cấu trúc chung $Ti(OR)_4$ trong đó mỗi R là alkyl, aryl hoặc aryl khác loại độc lập; hợp chất titan axyl như titanyl axetylaxeton và loại tương tự. Các titan alcoxit thích hợp gồm có titan tetraisopropoxit, titan tetra-n-propoxit, titan tetraetoxit, titan tetrametoxit, titan tetra-n-butoxit và titan tert-butoxit và tương tự. Hỗn hợp titan alkoxit, trong đó các nhóm R

trong $Ti(OR)_4$ có thể khác nhau, có thể dự tính như các hợp chất chứa titan. Các hợp chất hữu cơ titan phù hợp khác bao gồm các hợp chất titan (IV) amin như tetrakis(dimethylamino)titan, tetrakis(diethylamino)titan và loại tương tự.

Các halogenua titan được đặc trưng bởi công thức hóa học là TiX_4 , trong đó X là clo, brom, iot hoặc flo, hoặc hỗn hợp của chúng, cũng có thể được sử dụng như hợp chất chứa titan. Sáng chế cũng tính toán việc sử dụng halogenua titan hữu cơ chẳng hạn như clotitan triisopropoxit ($Ti(O-i-Pr)_3Cl$) và tương tự như hợp chất chứa titan. Titan hữu cơ di- và tri-halogenua cũng được tính toán sử dụng. Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết, người ta tin rằng khi halogenua titan được sử dụng như hợp chất chứa titan. Halogenua thường được thủy phân trước theo cách kiểm soát để giảm thiểu các loại phản ứng như oxyhalogenua titan (tức là titan oxyclorea và tương tự). Kết quả là tạo ra loại titan trung gian có thể tiếp tục thủy phân sau đó để tạo ra TiO_2 bằng cách điều chỉnh độ pH của sol.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, hợp chất chứa titan có thể là muối titan hòa tan trong nước. Các muối titan thích hợp gồm có, nhưng không giới hạn ở đây như, titan oxyclorea, titan sulfat, titan oxynitrat và loại tương tự. Sự kết tủa của TiO_2 từ muối titan hòa tan trong nước có thể bị tác động bằng sự điều chỉnh độ pH của dung dịch đến độ pH mà tại đó muối titan hòa tan trong nước sẽ thủy phân và tạo thành TiO_2 , kết tủa từ dung dịch. Thông thường, điều này được thực hiện bằng cách tăng độ pH của dung dịch với sự thêm hợp chất bazơ, ví dụ như NaOH, nhưng không giới hạn bằng cách này.

Dung dịch hợp chất chứa titan có thể là dung dịch ngâm nước hoặc có thể bao gồm dung môi hữu cơ thích hợp được bổ sung nước để tạo ra được sự thủy phân của hợp phần chứa titan. Hỗn hợp nước và dung môi hữu cơ có thể dùng để kiểm soát tốc độ của quá trình thủy phân của hợp chất chứa titan và sự kết tủa của TiO_2 . Nếu dung môi hữu cơ được sử dụng, các dung môi thường sẽ được trộn lẫn với nước hoặc sẽ có đủ tính hòa tan với nước sao cho có đủ nước để sẵn sàng cho sự thủy phân hợp chất chứa TiO_2 . Dung môi hữu cơ thích hợp bao gồm rượu như metanol, etanol, isopropanol và tương tự; amit như dimethylformamit và dimethylacetamit và tương tự; và sulfoxit chẳng hạn như dimethylsulfoxit. Về cơ bản không có sự giới hạn về nồng độ

dung dịch hợp chất chứa titan, mặc dù sự cô đặc đúng lúc là thích hợp hơn để động lực học hóa học sự kết tủa là tối ưu hóa.

Sự kết tủa có thể bị ảnh hưởng bởi những phương pháp thích hợp, bao gồm nhưng không giới hạn ở sự thủy phân, điều chỉnh độ pH, hoặc sự dịch chuyển dung môi. Phương pháp kết tủa được sử dụng sẽ được xác định chủ yếu bởi sự lựa chọn hợp chất chứa titan. Ví dụ, sự thủy phân là phương pháp kết tủa thích hợp với hợp chất chứa titan là titan alcoxit hoặc titan axetylaxetonat. Với titan oxyclorea hoặc titan sulfat, đó hòa tan trong nước, sự kết tủa được thực hiện tốt nhất bằng cách điều chỉnh độ pH (ví dụ, tăng pH) hoặc bằng cách thêm dung môi trong đó chủ yếu là hợp chất không hòa tan, chẳng hạn như axeton hoặc rượu bậc cao ("chuyển dung môi"). Bởi "bản chất không hòa tan" có nghĩa là khả năng hòa tan của hợp chất chứa titan là đủ thấp trong dung môi để cho phép titan điôxit kết tủa ra khỏi dung dịch khi tiếp xúc dung môi thứ hai. Rượu "bậc cao" có nghĩa là rượu C₅ hoặc lớn hơn, bao gồm nhưng không giới hạn ở ví dụ như pentanol, hexanol, heptanol, octanol.

Theo một phương án, hợp chất chứa titan được trộn với rượu. Do hợp chất chứa titan này được thủy phân tạo ra TiO₂ kết tủa như các hạt TiO₂ vô định hình với kích thước hạt trung bình nhỏ hơn 50nm. Theo phương án khác, hợp chất chứa titan được trộn với gốc chelat để tạo thành loại titan chelat và hỗn hợp sau đó được thêm nước để thủy phân các hợp chất chứa titan kết tủa TiO₂ vô định hình.

Các gốc đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật này làm tăng độ pH của dung dịch muối titan hòa tan trong nước có thể được sử dụng để làm kết tủa TiO₂, gồm có các gốc vô cơ và gốc hữu cơ. Gốc thích hợp nhưng không giới hạn gồm có gốc amin bao gồm amoni hydroxit, mono-, đi- hoặc trialkylamin như trietylamin, diisopropyletylamin và tương tự. Các gốc amin vòng như N-etylmorpholin, piperidin, pyrrolidin và tương tự; hydroxit hoặc alcoxit của kim loại kiềm hoặc các nguyên tố đất kiềm như natri, lithi, kali hydroxit, magie hydroxit, canxi hydroxit; natri, lithi hoặc kali alcoxit như metoxit, etoxit, butoxit, t-butoxit và tương tự; gốc cacbonat và bicarbonat như natri, lithi hoặc kali cacbonat và bicarbonat và tương tự. Rõ ràng rằng, người có hiểu biết trung bình kỹ thuật trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể nhận biết

được rằng loại gốc là không hạn chế, có rất nhiều các gốc khác nhau có thể được sử dụng để điều chỉnh độ pH của dung dịch muối titan tan trong nước.

Ngoài ra, TiO_2 có thể bị kết tủa từ dung dịch bằng cách thay đổi hợp phần dung dịch sao cho TiO_2 không còn được hòa tan. Trong phương án này, hợp chất chứa titan trong dung dịch ở trong một dung môi thích hợp có thể được thêm chất “chống hòa tan” thứ hai trong đó tiền chất là không hòa tan. Ví dụ, điều này có thể đạt được bằng cách thêm hợp chất chứa titan trong dung môi hữu cơ có thể thêm dung môi hữu cơ có thể hòa tan trong nước chẳng hạn như axeton hoặc rượu bậc cao vào nước. Ngoài ra, sự kết tủa có thể đạt được bằng cách thêm dung môi hữu cơ có thể hòa tan trong nước vào dung dịch ngâm nước của muối titan hòa tan trong nước để làm giảm độ tan của TiO_2 . Kết tủa titan được tạo ra có thể được sử dụng vào bước tiếp theo của quy trình. Cho dù nó được thủy phân hoàn toàn hoặc thủy phân một phần thành TiO_2 .

Theo khía cạnh khác theo sáng chế, sự kiểm soát thủy phân hoặc sự kiểm soát sự kết tủa của hợp chất chứa titan đạt được bằng cách xử lý các hợp chất chứa titan với tác nhân chelat hình thành các liên kết chelat ổn định với titan trong dung dịch ngâm nước, trước khi thủy phân hợp chất chứa titan, và kết tủa TiO_2 . Việc sử dụng các tác nhân chelat, tỷ lệ thủy phân hoặc kết tủa của hợp chất chứa titan trong nước có thể được kiểm soát, qua đó kiểm soát kích thước hạt TiO_2 hình thành.

Theo một phương án, tác nhân chelat trung tính hoặc bazơ có thể được sử dụng. Các tác nhân chelat trung tính bao gồm hợp chất đicarbonyl chẳng hạn như diketone, dieste, ketoeste và tương tự. Chelat diketone bao gồm 2,4-pentandion, 1,4-hexandion, 1,3-pentandion, 2,4-hexandion, và dipivaloyl metan. Chelat dieste gồm có mono hoặc di-alkyl este của các axit dicarboxylic. Các dieste phù hợp gồm có malonat dialkyl, chẳng hạn như dimetyl và diethylmalonat và tương tự. Chelat ketoeste bao gồm nhưng không giới hạn, alkyl axetoaxetat như metyl axetoaxetat, etyl axetoaxetat, isopropyl axetoaxetat, butyl axetoaxetat và tương tự. Hỗn hợp của hai hay nhiều chelat đicarbonyl có thể được sử dụng để điều chế sol theo sáng chế.

Tác nhân chelat bazơ gồm có các gốc hữu cơ bao gồm một hoặc nhiều nhóm chức có khả năng tạo chelat với nguyên tử titan. Tác nhân chelat phù hợp bao gồm dialkanolamin và trialkanolamin như dietanolamin và tương tự. Tác nhân chelat phù

hợp khác với hai hay nhiều hơn các nhóm chức bao gồm etylendi-amin, dietylenti-amin, trietylentetramin, 2,2'-bipyridin, 1,10-phenanthrolin, axit etylendi-amin-tetraaxetic hoặc -tetraaxetat, axit etylendi-amin-triaxetic hoặc -triaxetat, 2,2',2''-terpyridin, 1,4,7-triazaxyclononan, tris(2-aminoetyl)amin, và tương tự.

Việc bổ sung tác nhân gốc chelat vào hợp chất chứa titan nhằm tạo sự ổn định hơn cho các loại trước khi kết tủa, và có thể làm giảm mức độ thủy phân tạo điều kiện cho sự giải keo các titan trong bước tiếp theo. Theo một phương án, gốc được sử dụng để xử lý hợp chất chứa titan là tương tự gốc sử dụng như tác nhân giải keo kiềm. Lượng các gốc chelat được thêm vào hợp chất chứa titan là tỷ lệ phân tử của các gốc trên titan là 0,5:1, theo phương án khác, tỷ lệ phân tử của các gốc với titan có thể nhỏ hơn hoặc bằng 0,3 hoặc 0,2:1.

Khi muối titan hòa tan được trong nước được sử dụng như là hợp chất chứa titan và bazơ hữu cơ được sử dụng như tác nhân giải keo kiềm, bước khử ion hóa có thể luân phiên được sử dụng để làm giảm nồng độ của các ion trong dung dịch chứa titan trước bước kết tủa. Việc làm giảm nồng độ các ion trong dung dịch tạo điều kiện cho việc giải keo titan với các tác nhân chelat. Bất kỳ phương pháp làm giảm mức độ của các ion trong dung dịch muối titan hòa tan trong nước có thể được sử dụng, bao gồm cả việc xử lý với loại nhựa trao đổi anion, sự kết tủa các muối không thể hòa tan trong nước, và tương tự.

Theo một phương án, hợp chất chứa titan được xử lý bằng nhựa trao đổi ion anion để loại bỏ các ion thừa có thể có trong dung dịch các chất có chứa titan chẳng hạn như các ion sunfat, ion clorua, và tương tự, tùy theo tính chất hòa tan của muối titan. Khi muối titan hòa tan được trong nước được xử lý bằng nhựa trao đổi ion, độ pH của dung dịch thông thường sẽ tăng theo thời gian và kết quả là có thể tạo thành kết tủa TiO_2 . Tốt hơn là, thời gian xử lý dung dịch muối titan hòa tan bằng nhựa trao đổi anion được hạn chế sao cho độ pH của dung dịch được duy trì ở mức nhỏ hơn 3 nhằm ngăn việc tạo thành kết tủa TiO_2 . Tốt hơn nữa là, xử lý khử ion hóa được giới hạn sao cho độ pH của dung dịch được duy trì ở mức nhỏ hơn 2. Khi mức độ ion giảm, dung dịch muối titan được tách riêng ra khỏi nhựa trao đổi ion và được xử lý bằng bazơ mà có khả năng tạo thành liên kết chelat như đã mô tả ở trên. Độ pH của dung

dịch muối titan điôxit chelat sau đó được điều chỉnh bằng bazơ thích hợp để tạo ra kết tủa TiO_2 từ dung dịch.

Kết tủa TiO_2 có thể thu được bằng bất kỳ phương pháp thích hợp nào bao gồm gạn, ly tâm và lọc. Khối tách có thể tùy chọn được rửa sạch bằng nước để loại bỏ các sản phẩm phụ của phản ứng thủy phân và các tạp chất khác trước bước giải phân trong môi trường lỏng.

Theo một phương án, kết tủa TiO_2 ở dạng kết tinh không định hình, thường được thu thập bằng việc lọc và rửa sạch bằng nước khử ion hóa trước khi tái phân tán. Rửa sạch, bã lọc ép ướt sau đó được tái phân tán trong một lượng nước khử ion trong sự trộn lẫn mạnh (ví dụ khuấy với dòng xoáy sâu, lắc mạnh, v.v.). Nước khử ion hóa thông thường, nhưng không bắt buộc, bao gồm các tác nhân giải keo kiềm trong dung dịch trước khi thể phân tán được tạo ra. Do lợi ích của tác nhân giải keo kiềm là chủ yếu thực hiện trong các bước xử lý nhiệt sau đó, nó không thực sự cần thiết để các tác nhân giải keo kiềm có mặt trong dung dịch trước khi các kết tủa được tái phân tán. Thay vào đó, các chất giải keo kiềm có thể được thêm vào sau khi sự tạo thể phân tán được thực hiện, hoặc có thể thêm vào hợp chất chứa titan trước khi sự kết tủa được thực hiện, hoặc nó có thể được thêm vào trong khi hoặc xuyên suốt mỗi hoặc cả hai bước trên. Lượng nước khử ion hóa được sử dụng như vậy với tỷ lệ trọng lượng của hợp chất có chứa titan ban đầu (ví dụ như titan isopropoxit) trên tổng trọng lượng của chất làm phân tán là khoảng từ 1:2 đến 1:10, khoảng từ 1:3 đến 1:6, và khoảng từ 1:4 đến 1:5.

Độ cô đặc của TiO_2 trong dung dịch chất phân tán được xác định sự cô đặc ban đầu của dung dịch sau khi giải keo. Dung dịch TiO_2 có thể được pha loãng thêm hoặc cô đặc hơn nếu muốn, sau khi bước giải keo hoàn thành. Thông thường, sự phân tán TiO_2 khoảng từ 1% đến 30% trọng lượng TiO_2 trong dung môi nước sẽ được sử dụng cho bước giải keo. Dung môi nước có thể là bất kỳ dung môi hoặc hỗn hợp bao gồm nước. Ví dụ hỗn hợp của nước và dung môi hòa tan trong nước như rượu có thể được sử dụng. Thông thường, nồng độ của thể thể phân tán nằm trong khoảng từ 2% đến 15% hoặc từ 5% đến 15% trọng lượng của hỗn hợp. Theo một phương án, nồng độ khoảng từ 8% đến 12% hoặc từ 5% đến 10% trọng lượng.

Kết tủa TiO_2 sau đó được xử lý bằng các tác nhân giải keo kiềm kết hợp với việc trộn lẫn mạnh để tạo thành dung dịch TiO_2 theo sáng chế. TiO_2 thể phân tán có thể được xử lý với các tác nhân giải keo kiềm ở nhiệt độ phòng hoặc ở nhiệt độ cao hoặc khoảng nhiệt độ ban đầu kết hợp với việc trộn lẫn đến khi thể thể phân tán tạo thành hỗn hợp trong suốt hoặc mờ. Một loạt các tác nhân giải keo kiềm có thể được sử dụng theo sáng chế. Các tác nhân giải keo kiềm được sử dụng ở đây liên quan đến bước này là giống như những mô tả bên trên.

Sự giải keo thường được thực hiện ở nhiệt độ từ khoảng 70°C đến 150°C (nghĩa là xử lý nhiệt) trong khoảng thời gian là khoảng từ 3 giờ đến 3 ngày dưới điều kiện khuấy liên tục hoặc không liên tục. Không cần thiết phải trung hòa các dung dịch trước khi xử lý nhiệt. Do đó, theo một phương án, tạo thể phân tán bao gồm các tác nhân giải keo kiềm không phải là đối tượng cho bước trung hòa, chẳng hạn như việc bổ sung dung dịch bazơ trước hoặc trong quá trình xử lý nhiệt. Trong các phương án theo sáng chế, nó cho thấy rất hữu ích để thực hiện sự giải keo trong lò phản ứng thủy nhiệt kín do sự gia tăng áp suất đồng thời. Các lò phản ứng thủy nhiệt loại bình cao áp, chẳng hạn như loại có sẵn từ Parr Instruments (Illinois), đã được công nhận là rất phù hợp để sử dụng trong các phản ứng thủy nhiệt, nhưng không giới hạn ở loại lò này. Một hoặc nhiều hơn lò phản ứng cao áp có thể được đặt trong lò nung con lăn hoặc tương tự để cung cấp các điều kiện về nhiệt độ và đạt được điều kiện về trộn lẫn. Kết quả là, tạo ra dung dịch titan điôxit kiềm có thể được trung hòa bằng cách đun nóng dung dịch, trộn hydro perôxit với dung dịch, hoặc trộn hợp chất axit với dung dịch. Tất cả các phương pháp trung hòa này là giống như những mô tả bên trên.

Theo phương án khác của sáng chế, sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt có thể được tạo ra từ dung dịch titan điôxit kiềm được giải keo và trung hòa. Dung dịch kiềm titan điôxit có thể được giải keo bằng các tác nhân giải keo kiềm như đã mô tả ở trên, do đó tạo ra sol titan điôxit giải keo kiềm có thể được trung hòa bằng hợp chất axit như đã được mô tả trên đây, do đó tạo ra sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt.

Sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt có thể chứa khoảng từ 0,5% đến 40% TiO_2 theo trọng lượng trong dung môi nước. Thông thường, dung

dịch có thể chứa từ khoảng 2% đến 20% hoặc từ khoảng 2% đến 15% hoặc từ khoảng 5% đến 20% hoặc từ khoảng 5% đến 15% phần trọng lượng TiO_2 . Theo một phương án theo sáng chế, sol có thể chứa khoảng 8% đến 12% hoặc khoảng 5% đến 10% TiO_2 theo trọng lượng của hỗn hợp. Theo phương án khác, sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt có thể chứa khoảng 20% đến 40% hoặc khoảng 25% đến 40% hoặc khoảng 30% đến 40% TiO_2 tính theo trọng lượng.

Sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt có thể chứa ít nhất khoảng 10% hoặc ít nhất 15% hoặc ít nhất 16% hoặc ít nhất 17% hoặc ít nhất 18% hoặc từ 10% đến 20% hoặc từ 12% đến 16% hoặc ít nhất từ 16% đến 18% tác nhân giải keo kiềm dựa trên trọng lượng của các tác nhân giải keo kiềm và TiO_2 .

Khi các tác nhân giải keo kiềm có trong sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt với lượng ít nhất là khoảng 7% dựa trên trọng lượng kết hợp của các tác nhân giải keo kiềm và TiO_2 , kết quả là tạo ra sol titan điôxit giải keo kiềm có thể được trung hòa bằng axit bao gồm axit phosphoric. Ngoài ra, các sol TiO_2 trung tính, ổn định và trong suốt hoặc mờ có thể chứa từ 5% đến 20% hoặc từ 30% đến 40% khối lượng TiO_2 .

Khi các tác nhân giải keo kiềm có trong sol quang xúc tác TiO_2 trung tính, ổn định và trong suốt với một lượng ít nhất là khoảng 18% dựa trên trọng lượng kết hợp của tác nhân giải keo kiềm và TiO_2 , kết quả là tạo thành dịch keo titan điôxit giải keo kiềm có thể được trung hòa bởi hỗn hợp của axit phosphoric và axit axetic có thể ở trong khoảng tỷ lệ từ 0,8:1 đến 1,2:1 hoặc từ 0,9 đến 1,1 hoặc 1:1. Axit phosphoric và axit axetic có thể được thêm đáng kể đồng thời vào dung dịch TiO_2 giải keo kiềm. Ngoài ra, sol quang xúc tác TiO_2 trung tính, ổn định và trong suốt có thể chứa khoảng 5% đến 20% hoặc từ 30% đến 40% trọng lượng TiO_2 .

Sol titan điôxit giải keo kiềm hoặc sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt có thể được rửa sạch bằng nước khử khoáng có nồng độ của các ion canxi và natri nhỏ hơn 71ppm và nhỏ hơn 13 ppm, tương ứng, kết quả là tạo ra vật liệu rửa. Kết quả là tạo ra độ dẫn lọc có thể bằng hoặc nhỏ hơn $50\mu\text{S}$. Độ nhớt của kết quả rửa dung dịch rửa keo titan điôxit peptit kiềm sạch hoặc dung dịch rửa keo quang xúc

tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt có thể nhỏ hơn 100 centipoa sau ít nhất 4 tuần ở nhiệt độ phòng.

Sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt là hoạt động, ổn định và trong suốt trên phạm vi độ pH khoảng 7 đến khoảng 9,5. Kích thước hạt trung bình của sol quang xúc tác titan điôxit trung tính, ổn định và trong suốt sau khi trung hòa sẽ nhỏ hơn khoảng 50nm, mặc dù người có hiểu biết trung bình trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu và nhận thấy một số quy trình có thể có kích thước hạt lớn hơn 50nm mà không ảnh hưởng tới giải pháp kỹ thuật của sáng chế được nêu ở đây. Thường thì, kích thước hạt trung bình của hạt phân tử titan điôxit sẽ nhỏ hơn 30nm, 20nm hoặc 10nm. Trong một số phương án theo sáng chế, kích thước tinh thể của sol titan điôxit sẽ nhỏ hơn 5nm. Tham chiếu ở đây đến kích thước các hạt phân tử titan điôxit sẽ được hiểu là kích thước hạt trung bình của các hạt titan điôxit. Như tính hiển nhiên trong lĩnh vực kỹ thuật, trường hợp kích thước hạt được thay đổi bằng thuật ngữ “khoảng” (và như những thuật ngữ được sử dụng ở những phần khác ở đây) sẽ được hiểu là những giá trị kích thước hạt lớn hơn hoặc nhỏ hơn giá trị chỉ định với giá trị tính toán do lỗi sai số thí nghiệm trong đo lường và thay đổi giữa các phương pháp khác nhau để đo kích thước hạt (hoặc ví dụ nhiệt độ, áp suất, độ pH hoặc thời gian). Đường kính có thể được đo bằng các kỹ thuật phân tích kích thước hạt tiêu chuẩn, ví dụ kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM- transmission electron microscopy: kính hiển vi điện tử truyền qua, XRD- X-ray Diffraction: Phổ nhiễu xạ tia X) hoặc bằng kỹ thuật tán xạ ánh sáng (ví dụ nhưng không giới hạn, phương pháp đo tán xạ ánh sáng động học (DLS - dynamic light scattering) của công ty Anh - Malvern Instruments Ltd.).

Ngoài ra, các hạt có thể khác biệt bởi diện tích bề mặt. Thông thường, titan điôxit được sử dụng trong sol theo sáng chế có diện tích bề mặt được đo bằng bất kỳ phương pháp nào phù hợp, bao gồm phương pháp Brunauer Emmett Teller (BET) 5 điểm trên mẫu đã sấy khô, lớn hơn khoảng 20m²/g. Cụ thể là, các hạt titan điôxit quang xúc tác có các diện tích bề mặt lớn hơn khoảng 50m²/g hoặc lớn hơn khoảng 70m²/g. Theo một phương án, các hạt titan điôxit có các diện tích bề mặt lớn hơn khoảng 100m²/g. Theo phương án khác, các diện tích bề mặt lớn hơn khoảng 150m²/g. Theo phương án khác nữa, các hạt titan điôxit sẽ có diện tích bề mặt lớn hơn khoảng 200m²/g, lớn hơn khoảng 250m²/g, hoặc lớn hơn khoảng 300m²/g.

Các dung dịch theo sáng chế có thể tùy chọn bao gồm các thành phần bổ sung được cung cấp mà các thành phần bổ sung này không có tác động tiêu cực có thể đo lường được đối với tính ổn định hoặc trong suốt của sol. Ví dụ, có thể dự tính các sol có thể gồm có lượng nhỏ các chất sát trùng, các dung môi hữu cơ (ví dụ rượu), các tác nhân tạo màng, các tác nhân giải keo, các chất điều chỉnh độ pH, nhưng không giới hạn ở đó. Trong một phương án, về cơ bản là các sol sẽ không chứa các ion kim loại lựa chọn từ nhóm I-VA, và họ lantan hoặc họ actini trong bảng hệ thống tuần hoàn, điều đó có nghĩa là không có lượng bổ sung các ion kim loại này được bổ sung vào các sol hoặc các bước chuẩn bị trung gian trừ bất kỳ một lượng nhỏ mà có mặt như tạp chất trong nguyên liệu titan ban đầu hoặc các chất phản ứng khác.

Mặc dù các sol theo sáng chế là trong suốt, nó có thuận lợi là các sol ở dạng màng khi được sử dụng cho chất nền cũng trong suốt. Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp để tạo hình lớp phủ khử ô nhiễm quanh xúc tác trong suốt, màng tự làm sạch hoặc lớp phủ trên chất nền bằng cách đặt trên chất nền các sol theo sáng chế. Thông thường, các màng được sấy khô trên chất nền để lớp phủ trong suốt có độ dính phù hợp với chất nền được sử dụng trong các ứng dụng cụ thể hoặc trong môi trường sử dụng. Về cơ bản, không có giới hạn nào về bản chất của chất nền được áp dụng các sol theo sáng chế. Chất nền xi măng, kim loại, kính, gỗ, gốm sứ, giấy, vải và da được hướng tới phù hợp cho ứng dụng nhưng sáng chế không giới hạn ở các chất nền này.

Các sol ổn định, trong suốt theo sáng chế được cho là đặc biệt hữu ích trong bất kỳ ứng dụng nào cần hoạt tính quang xúc tác. Do đặc tính trong suốt của các sol, chúng rất lý tưởng cho các bề mặt hoặc các cấu trúc phủ mà bản thân chúng đã trong suốt (ví dụ kính) hoặc để tạo lớp phủ mà không làm thay đổi bề ngoài của chất nền nằm bên dưới. Các ứng dụng đáng chú ý bao gồm nhưng không giới hạn ở đó, các lớp phủ quang xúc tác để khử ô nhiễm không khí trên bề mặt đường, vỉa hè và gạch lát gốm sứ, mặt bên ngoài tòa nhà, cửa sổ kính, kính chắn gió ô tô và loại tương tự. Các sol theo sáng chế còn cho thấy các hữu ích trên vải, đồ nội thất, tác phẩm nghệ thuật do các đặc tính tự làm sạch của chúng. Hoạt tính này cũng tác động được xử lý thay thế bằng các sol theo sáng chế với đặc tính “ít bẩn” hoặc “không bị bẩn” hoặc “chống bẩn”. Theo đó, các sol theo sáng chế cũng có tác dụng bảo vệ chống tia UV cho chất nền được áp dụng sol. Theo phương án của sáng chế nhưng không giới hạn ở cách này,

các sol theo sáng chế có thể được phủ trên quần áo hoặc các sản phẩm khác có khả năng dễ mặc hoặc mang bởi con người. Quần áo có các sol được phủ trên đó sẽ có tác dụng chặn tia X khỏi tầm ảnh hưởng xuyên qua quần áo và tương tác với các mô của cơ thể. Theo cách này, quần áo bảo vệ hoặc màn treo được mặc bởi kỹ thuật viên X quang hoặc nhân viên phòng thí nghiệm và sau đó cung cấp một bộ bảo vệ các tia X hoặc tia UV khác.

Ngoài ra, cấu trúc có lớp có chứa titan điôxit có thể bao gồm chất nền và lớp có chứa titan điôxit anatasa phù hợp trên bề mặt chất nền, trong đó tính trong suốt của lớp có chứa titan điôxit ở ánh sáng nhìn thấy có bước sóng từ 400 đến 700nm có thể nằm trong khoảng từ 65% đến 95% và lớp có chứa titan điôxit có thể được tạo ra từ sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt như mô tả bên trên. Độ dày của lớp có chứa titan điôxit có thể ở trong khoảng từ 0,1 đến 1,5 μ m. Cấu trúc này cũng cho thấy lượng ban đầu của việc khử NO_x từ không khí ở gần lớp có chứa titan điôxit là ít nhất khoảng 80%, hoặc ít nhất khoảng 75% sau khoảng 450 ngày.

Sol titan điôxit ổn định, trong suốt theo sáng chế có tác dụng quang xúc tác mà còn có chứa năng oxy hóa khử và nhờ đó có khả năng phân hủy các thành phần có hại và cũng có đặc tính diệt khuẩn để phủ lên chất nền khi chiếu xạ bằng đèn như ánh sáng mặt trời và/hoặc nguồn sáng cực tím. Do đó, các lớp phủ có chứa các sol titan điôxit ổn định, trong suốt theo sáng chế hoặc các chất nền được phủ bằng các sol như vậy có đặc tính kháng khuẩn. Ngoài ra, các sol này truyền tác dụng khử mùi và có khả năng giảm khí độc hại trong khi vực gần kề các sol hoặc chất nền được phủ bằng các sol như vậy.

Theo phương án khác của sáng chế, thành phần diệt khuẩn có thể bao gồm bất kỳ sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt được mô tả bên trên; trong đó thành phần diệt khuẩn khi tiếp xúc với vi khuẩn, có thể giết chết ít nhất 80% hoặc ít nhất 90% vi khuẩn. Thành phần diệt khuẩn có thể được sử dụng như lớp phủ một phần hoặc toàn bộ trên thiết bị, ví dụ nhưng không giới hạn ở thiết bị y tế. Ngoài ra, hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác của thành phần diệt khuẩn ít nhất là 2 hoặc ít nhất là 3 khi tiếp xúc với vi khuẩn; trong đó hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác được xác định theo công thức:

$\log(B_L/C_L) - \log(B_D/C_D)$; và trong đó

B_L = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt kiểm soát không được phủ chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ tiếp xúc với ánh sáng;

C_L = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt thử nghiệm được phủ bằng chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ tiếp xúc với ánh sáng;

B_D = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt kiểm soát không được phủ chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ trong bóng tối;

C_D = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt thử nghiệm được phủ bằng chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ trong bóng tối; và

X nằm trong khoảng từ 14 đến 24 giờ.

Lớp phủ quang xúc tác dựa trên sol theo sáng chế có thể được pha thêm kim loại để giết chết vi khuẩn trên bề mặt. Kim loại, ví dụ nhưng không giới hạn ở đó, được chọn từ nhóm bao gồm Ag, Zn, Mg, Sn, Fe, Co, Ni, Se, Ce, Cu và tổ hợp của chúng. Việc pha thêm lớp phủ quang xúc tác với kim loại có thể được thực hiện bằng cách bổ sung muối tan của kim loại với sol titan. Muối kim loại có thể là nitrat, sulfat hoặc clorua, nhưng không giới hạn ở đó. Hàm lượng muối kim loại được bổ sung thường nằm trong khoảng 0,01% đến 1% của hợp chất titan bởi số lượng mol mặt dù một trong các người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật đánh giá rằng lượng lớn hơn có thể được sử dụng phụ thuộc sử dụng sol hoặc lớp phủ quang xúc tác sẽ được đặt vào. Các dung dịch tổng hợp pha thêm kim loại có thể được sử dụng ở dạng lớp phủ quang xúc tác như mô tả trên đây. Theo một phương án ví dụ, các lớp phủ quang xúc tác theo sáng chế (có hoặc không có pha thêm kim loại) ức chế hoặc kháng sự xâm lấn của tụ cầu vàng kháng Methicillin (MRSA).

Ngoài ra, sau khi tạo hình lớp phủ quang xúc tác, muối tan của kim loại có thể được đặt trên đó và lớp phủ tạo thành sau đó phải trải qua chiếu xạ hoặc phát xạ ánh sáng để tác động vào kim loại bởi sự quang khử. Lớp phủ quang xúc tác pha thêm kim loại có khả năng giết chết vi khuẩn dính trên bề mặt. Tuy nhiên, lớp phủ quang xúc tác pha thêm kim loại này còn có thể ức chế sự phát triển của vi sinh vật ví dụ như nấm mốc, tảo và rêu nhưng không giới hạn ở các loại vi sinh vật này. Kết quả là, bề mặt tòa

nhà, máy móc, thiết bị, căn hộ, vật phẩm và loại tương tự có thể được giữ sạch, gần như không có sự xâm lấn vi khuẩn trong khoảng thời gian dài. Do đó, các sol theo sáng chế có khả năng ứng dụng thương mại để phục hồi công nghiệp xây dựng và y tế, tuy nhiên sáng chế không giới hạn ở đó.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ dưới đây được đưa ra nhằm minh họa rõ ràng hơn cho sáng chế và không giới hạn ở đó và không nhằm hạn chế sáng chế ở đó. Ngoài ra, các sửa đổi và cải biến có thể được thực hiện bởi các người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật dựa trên việc đọc sáng chế này không vượt khỏi phạm vi và nguyên tắc của sáng chế.

Ví dụ 1

200g sol titan oxit chưa trung hòa là sản phẩm có tên thương mại CristalACTiv™ được sản xuất bởi Cristal Global (trong đó nồng độ titan oxit là $17,5\% \pm 2,5$ tại độ pH là $11,5 \pm 1$) và dietyl amin như tác nhân giải keo kiềm được đặt vào trong thùng trộn màng ngăn và được khuấy bằng cách sử dụng bộ phận trộn cánh quạt, để tạo chuyển động và rung động trong toàn bộ khối lượng. Đầu dò độ pH được định vị để đo dung dịch đã trộn. Các hỗn hợp axit của axit phosphoric 5M và axit axetic 5M được điều chế. 100g của mỗi hỗn hợp axit được làm và dán nhãn theo tỷ lệ % (theo khối lượng) của số lượng axit phosphoric 5M trong hợp chất được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1 - Các hợp chất axit

Nhãn hỗn hợp	g, 5M Axit phosphoric	g, 5M Axit axetic
25%	25	75
33%	33	67
50%	50	50
66%	66	34
75%	75	25
100%	100	0

Hỗn hợp axit được bổ sung với tỉ lệ không đổi đáng kể (khoảng 0,5 - 0,7g/phút) tương đương với từ 0,25 đến 0,35% khối lượng sol trên phút. Việc bổ sung axit được làm chậm lại khi gần đến độ pH khoảng 9,0 sao cho thu được độ pH cuối cùng là 8,5. Khi thu được độ pH=8,5, dừng bổ sung axit, tiếp tục trộn ít nhất khoảng 60 phút. Trong suốt thời gian này, độ pH tăng nhẹ đến xấp xỉ 8,7 đến 8,9. Do đó, một lượng nhỏ axit được yêu cầu để điều chỉnh độ pH trở lại 8,5. Khoảng 5,5% hỗn hợp axit được bổ sung dựa trên trọng lượng của sol titan điôxit kiềm. Hàm lượng titan điôxit khoảng 15% phần trọng lượng và hàm lượng của diethyl amin là khoảng 2,5% phần trọng lượng trên tổng số trọng lượng của sol titan điôxit đã trung hòa. Độ nhớt của sol titan điôxit đã trung hòa đo được khoảng 18cps. Diện tích bề mặt, đo bằng phương pháp BET của mẫu sản phẩm sau khi sấy khô $>250\text{m}^2/\text{g}$.

Ví dụ 2

Để nghiên cứu tác động quang xúc tác của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, các sol trung tính trên ví dụ 1, cũng như sol titan oxit được điều chế tương tự như trên ví dụ 1 nhưng có chứa tetrametylamoni hydroxit (TMAOH) thay cho diethylamin, mà mỗi sol được trung hòa với các hỗn hợp khác nhau của axit phosphoric và axit axetic (như được thể hiện trong bảng 1) được kết tủa trên các băng mẫu thử 15mm x 100mm được cắt từ giấy lọc Whatman 541. Bổ sung vào mỗi băng mẫu thử khoảng 0,05g đến 0,0520g các sol trung tính trên các vùng từ 5 đến 5,2g/m². Mỗi thanh mẫu thử được sấy khô trong khoảng 24 giờ trước khi kiểm tra NO_x. Về cơ bản, phương pháp luận để xác định giảm nồng độ NO_x như được mô tả trong Công bố đơn xin cấp patent Mỹ số US2007/0167551, đã bộc lộ phương pháp được kết hợp ở đây được tham chiếu trong toàn bộ sáng chế. Tóm lại, các mẫu kiểm tra được đặt trong buồng lấy mẫu kín khí và bịt kín. Buồng lấy mẫu được nối thông với máy trộn khí ba dòng (Brooks Instrument, Holland) thông qua đó NO (nitơ ôxit), NO₂ (nitơ điôxit), và khí nén có chứa hơi nước được đưa vào trong buồng ở các mức định trước. Các mẫu kiểm tra được chiếu xạ với bức xạ UV 6,2W/m² trong phạm vi 300 đến 400nm từ đèn chiếu UV kiểu VL-6LM 365 & 312 chiều dài bước sóng nanô mét (BHD). Các giá trị ban đầu và các giá trị cuối cùng của NO_x (sau khi chiếu xạ 5 phút) được đo bằng máy phân tích nitơ ôxit kiểu ML9841B (Monitor Europe) được kết nối với buồng lấy mẫu.

Tỉ lệ % giảm nồng độ NO_x được đo bằng công thức $(\Delta\text{NO}_x/\text{NO}_x \text{ ban đầu}) \times 100$. Các kết quả thử nghiệm này được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2.

Các kết quả của các ví dụ chỉ ra rằng các sol titan điôxit đã trung hòa cho thấy tác động giảm NO_x cao hơn sol titan điôxit kiềm không trung hòa ban đầu. Trong hầu hết các trường hợp, hoạt hóa khử NO_x tăng cùng với lượng axit phosphoric được bổ sung vào sol titan điôxit kiềm được tăng lên.

Việc loại bỏ NO_x cũng được nghiên cứu dưới các nguồn và điều kiện chiếu sáng khác nhau. Ngoài UV, ánh sáng đèn ống huỳnh quang cường độ thấp và ánh sáng nhìn thấy (như được lọc qua kính) được sử dụng. Fig.3 và Fig.4 thể hiện tỉ lệ % giảm nồng độ NO_x đạt được nhờ sử dụng từng nguồn sáng khác nhau này. Các kết quả chỉ ra rằng sol titan điôxit đã trung hòa cho thấy tác động giảm NO_x cao hơn sol titan điôxit kiềm không trung hòa ban đầu dưới toàn bộ các nguồn sáng khác nhau.

Ví dụ 3

Để nghiên cứu tác động quang xúc tác của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, các sol titan oxit được điều chế theo cách tương tự như trên ví dụ 1, nhưng thay vì xử lý bằng hỗn hợp axit phosphoric/axit axetic trên ví dụ 1, các sol titan oxit này được xử lý bằng các hỗn hợp axit sau đây: axit oxalic/axit nitric, axit oxalic/axit axetic, axit xitric/axit nitric, axit phosphoric/axit nitric, axit phosphoric/axit axetic, tương ứng. Đối với các sol riêng lẻ, hoặc axit oxalic 1M hoặc axit xitric 1M hoặc axit phosphoric 1M được bổ sung với hàm lượng 0,1% trọng lượng trên tổng trọng lượng sol; với việc điều chỉnh độ pH của các sol đến 8,5 thông qua việc bổ sung hoặc là axit nitric hoặc axit axetic. Các sol được xử lý axit này được phết như các lớp mỏng trên các bề mặt bê tông (0,3ml sol trên diện tích 18cm^2). Tác động chống lại các chất ô nhiễm NO_x dưới bức xạ UV ($6,2\text{W/m}^2$) được đo tại các khoảng thời gian khác nhau trong gian đoạn khoảng 288 ngày (các tác động đối với các sol được xử lý axit oxalic/axetic và axit phosphoric/axetic được đo trên toàn bộ khoảng thời gian 288 ngày; trong khi đó khoảng thời gian để đo tác động đối với các sol còn lại lên đến 120 ngày). Về cơ bản, phương pháp luận để xác định độ giảm NO_x được mô tả trong Công bố Đơn xin cấp patent Mỹ số US2007/0167551, được bộc lộ phương pháp được kết hợp ở đây được tham khảo. Các kết quả của các thử nghiệm này được thể hiện trên Fig.5.

Ví dụ 4

Để nghiên cứu tác động quang xúc tác của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, các sol titan oxit từ ví dụ 3 bên trên cũng được phết như các lớp mỏng trên các bề mặt kính (0,3ml sol trên diện tích 18cm²). Tác động chống lại các chất ô nhiễm NO_x dưới bức xạ UV (2W/m²) được đo tại các khoảng thời gian khác nhau trong gian đoạn khoảng 288 ngày (các tác động đối với các sol được xử lý axit oxalic/axetic và axit phosphoric/axetic được đo trên toàn bộ khoảng thời gian 288 ngày; trong khi đó khoảng thời gian để đo tác động đối với các sol còn lại lên đến 120 ngày). Về cơ bản, phương pháp luận để xác định độ giảm NO_x được mô tả trong Công bố đơn xin cấp patent Mỹ số US2007/0167551, đã bộc lộ phương pháp được kết hợp ở đây được tham khảo. Các kết quả của các thử nghiệm này được thể hiện trên Fig.6.

Ví dụ 5

Để nghiên cứu tác động quang xúc tác của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, sol titan oxit đã trung hòa của ví dụ 1 (có tỉ lệ trọng lượng của axit phosphoric và axit axetic là 1:1) được phết như các lớp mỏng trên bê tông (0,3ml sol nồng độ 10% trên diện tích 18cm²). Các lớp mỏng trên bê tông lần lượt được tiếp xúc riêng với 225 phần tỉ (parts per billion-ppb) NO, 225 ppb NO₂, 70 ppb NO, 70 ppb NO₂. Tác động chống lại các chất ô nhiễm NO_x dưới bức xạ UV (6,23W/m², 295-400nm) được đo tại các khoảng thời gian khác nhau trong gian đoạn khoảng 1.000 ngày. Về cơ bản, phương pháp luận để xác định độ giảm NO_x được mô tả trong Công bố đơn xin cấp patent Mỹ số US2007/0167551, đã bộc lộ phương pháp được kết hợp ở đây được tham khảo. Các kết quả của các thử nghiệm này được thể hiện trên Fig.7.

Ví dụ 6

Để nghiên cứu tác động quang xúc tác của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, lớp mỏng sol titan oxit đã trung hòa của ví dụ 1 (có tỉ lệ trọng lượng của axit phosphoric và axit axetic là 1:1) được pha loãng với nước để tạo thành sol titan điôxit nồng độ 10% trọng lượng (wt%) được phủ trên tường bê tông (khoảng 16 lít sol titan điôxit nồng độ 10% trọng lượng trên diện tích 135cm²) đặt ở vùng Camden-London, Vương quốc Anh. (Tọa độ hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System-GPS) là 51.518904 Bắc và 0120685 Tây). Chất lượng không khí của khu vực

này là cao hơn các tiêu chuẩn không khí vương quốc Anh tại khu vực kể từ ngày bắt đầu đến khi hoàn thành thử nghiệm. NO và NO₂ cùng với tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ và độ ẩm được đo với các khoảng thời gian 15 phút. NO và NO₂ được đo bằng đầu dò ở khoảng cách 15cm từ tường. Fig.8 và Fig.9 thể hiện các so sánh các giá trị của NO và NO₂ theo đường cơ sở với các giá trị được đo trên tường bê tông được phủ bằng sol titan điôxit kiềm đã trung hòa. Các so sánh cho thấy các giá trị trung bình của NO và NO₂ được đo sau từng giờ trong ngày, từng ngày trong tuần trong suốt khoảng thời gian hơn 2 năm. Các so sánh này cũng chỉ gồm dữ liệu NO và NO₂ trong đó tốc độ gió là nhỏ hơn 1,3m/s. Sol titan oxit giữ tác động loại bỏ NO_x ngay cả sau hơn 2 năm tiếp xúc với môi trường với hàm lượng cao của NO và NO₂ trong không khí xung quanh chất nền đã phủ của các sol titan oxit theo sáng chế.

Ví dụ 7

Để nghiên cứu hoạt tính diệt khuẩn của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, các mẫu thử của sol titan oxit đã trung hòa của ví dụ 1 (có tỉ lệ trọng lượng của axit phosphoric và axit axetic là 1:1) được pha thêm Ag hoặc Zn như được đưa ra trong bảng 2. Các mẫu thử B, C và D được pha loãng sao cho nồng độ % về khối lượng titan điôxit là 10%.

Bảng 2 Các sol titan để thử nghiệm hoạt tính diệt khuẩn

Mẫu	TiO ₂ , % trọng lượng	Kim loại pha thêm	Lượng kim loại pha thêm, phần triệu
A	14,5	Ag	1000
B	10	Ag	1000
C	10	Zn	5000
D	10	--	--

Sol titan oxit pha thêm và chưa pha thêm kim loại được phủ trên các bản kính để thử nghiệm hoạt tính diệt khuẩn chống lại tụ cầu vàng (*Staphylococcus aureus*). Thử nghiệm đối với hoạt tính diệt khuẩn (do hoạt tính ánh) được thực hiện bằng cách sử dụng quá trình dựa trên tiêu chuẩn số BS ISO 27447:2009 được ban hành bởi ISO, trong đó quy định phương pháp thử nghiệm để xác định hoạt tính diệt khuẩn của các

vật liệu có chứa chất quang xúc tác hoặc các màng quang xúc tác trên bề mặt của chúng. Phương pháp được mô tả bên trên được sử dụng để đo đếm vi khuẩn dưới sự chiếu xạ của ánh sáng UV. Tiêu chuẩn được dựa trên tiêu chuẩn số ISO 22196:2007 (tiêu chuẩn cũ JIS Z 2801:2000). Tuy nhiên, thông thường hoạt tính diệt khuẩn được đo bằng cách xác định số lượng còn sót lại của các tế bào vi khuẩn đã được giữ ở trạng thái tiếp xúc gần trong 24 giờ ở nhiệt độ 21°C với bề mặt có chứa chất diệt khuẩn. Tác dụng diệt khuẩn được đo bằng cách so sánh vi khuẩn còn sót lại trên bề mặt đã được xử lý với vi khuẩn còn sót lại trên bề mặt chưa xử lý.

Các sol titan oxit trong bảng 2 được đặt trên các bản kính để nghiên cứu. Một số thay đổi nhỏ trong các phần nhất định của phương pháp là cần thiết do tính kỵ nước của các vật liệu. Các mẫu thử được kiểm tra thành hai lần đối chiếu với bộ các đối chứng. Số lượng đã biết của thể thể phân tán tụ cầu vàng (tức là 0,05ml thể thể phân tán của sinh vật thí nghiệm (được điều chỉnh để có chứa khoảng 5×10^5 tế bào trong 0,05ml)) được đặt trên các bản kính đã phủ (các mẫu thử đã phủ) và trên bản kính “trống” (được biết là không có hoạt tính vi sinh vật và được sử dụng làm mẫu đối chứng). Thể thể phân tán được giữ ở trạng thái tiếp xúc với 3 mẫu thử đã phủ sao chép và 6 mẫu đối chứng sao chép. Sau đó 3 mẫu thử đã phủ sao chép và 3 trong số 6 mẫu đối chứng sao chép được nuôi cấy trong 24 giờ ở 21°C và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 90%. Sau khi nuôi cấy, các mẫu thử được chuyển đến các thùng chứa riêng biệt có 10ml dung dịch trung hòa vô trùng. 3 mẫu đối chứng sao chép cũng được xử lý theo cách tương tự để cung cấp dữ liệu đối chứng hoặc đường cơ sở. Các sao chép của mỗi bề mặt được phủ bằng sol titan oxit được tiếp xúc với ánh sáng (đèn huỳnh quang ánh sáng ban ngày) trong khi các mẫu khác được đặt trong bóng tối. Bước tiếp theo là xác định số lượng vi khuẩn. Số lượng vi khuẩn đếm được (được thể hiện như số trung bình nhân), cùng với các hoạt tính diệt khuẩn (được thể hiện như phép quy về Log_{10}) được đưa ra trong bảng 3.

Hoạt tính diệt khuẩn sau khi phơi sáng được tính toán như sau:

$$R_L = \log(B_L/A) - \log(C_L/A) = \log(B_L/C_L)$$

Hoạt tính diệt khuẩn trong bóng tối được tính toán như sau:

$$R_D = \log(B_D/A) - \log(C_D/A) = \log(B_D/C_D)$$

Hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác được tính toán như sau:

$$R_P = \log(B_L/C_L) - \log(B_D/C_D)$$

trong đó, R_L là hoạt tính diệt khuẩn sau khi phơi sáng

R_D là hoạt tính diệt khuẩn trong bóng tối

R_P là hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác

$A =$ số lượng vi khuẩn trung bình trên mẫu đối chứng tại thời điểm không

$B_L =$ số lượng vi khuẩn trung bình trên mẫu đối chứng sau 14 giờ phơi sáng (+10 giờ trong bóng tối)

$C_L =$ số lượng vi khuẩn trung bình trên vật thí nghiệm sau 14 giờ phơi sáng (+10 giờ trong bóng tối)

$B_D =$ số lượng vi khuẩn trung bình trên mẫu đối chứng sau 24 giờ trong bóng tối

$C_D =$ số lượng vi khuẩn trung bình trên vật thí nghiệm sau 24 giờ trong bóng tối

Bảng 3 Các kết quả thử nghiệm hoạt tính diệt khuẩn

Mẫu	TiO ₂ g/m ²	Số lượng vi khuẩn trung bình			Hoạt tính diệt khuẩn		Hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác
		Ban đầu (x 10 ⁵)	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	
Đối chứng	--	6,2	5,3 x 10 ⁵	4,9 x 10 ⁵	--	--	--
A	0,75	6,2	< 10	1,2 x 10 ⁵	> 4,7	0,61	> 4,1
B	2,5	6,2	<10	7,4 x 10 ⁴	> 4,7	0,82	> 3,9
C	5,0	6,2	<10	7,3 x 10 ⁴	> 4,7	0,82	> 3,9
D	11,0	6,2	<10	3,5 x 10 ³	> 4,7	2,1	> 2,6

Do chỉ tiêu đạt/không đạt không được xác định theo tiêu chuẩn, chỉ tiêu sau đây (như được thể hiện trong bảng 4) được sử dụng để chú giải cấp độ hoạt tính được xác định.

Bảng 4 Cấp bậc hoạt tính diệt khuẩn

Hoạt tính diệt khuẩn	Cấp bậc	% tiêu diệt
< 1,5	Yếu	< 96,8
1,5-2,0	Tối thiểu	96,8-99,0
2,0-3,0	Tốt	>99,0-99,9
> 3,0	Rất tốt	>99,9

Các kết quả thử nghiệm chỉ ra rằng tất cả các sol titan oxit theo sáng chế (có pha tạp hoặc không pha tạp kim loại) cho thấy các hoạt tính diệt khuẩn rất tốt sau khi tiếp xúc với bóng đèn huỳnh quang ánh sáng ban ngày.

Ví dụ 8

Sol thứ nhất là sol titan oxit đã trung hòa ở ví dụ 1 (có tỉ lệ trọng lượng của axit phosphoric và axit axetic là 1:1, và được pha loãng đến nồng độ 10% trong lượng TiO_2 từ nồng độ 15% trọng lượng) và sol thứ hai (được tạo từ tiền chất khác và có nồng độ TiO_2 trong khoảng từ 0,5 đến 2,0%) được sử dụng để kiểm tra hoạt tính diệt khuẩn chống lại tụ cầu vàng kháng Methicillin (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*-MRSA). Bảng 5 đưa ra các so sánh của các mẫu thử nghiệm.

Bảng 5 Các mẫu thử để thử nghiệm hoạt tính diệt khuẩn chống lại MRSA

Mẫu thử	Lớp phủ	Hàm lượng TiO_2 , %
1	Sol thứ nhất trên styren/Acrylic trồng trên tấm nhôm Q	10
2	Sol thứ nhất trên tấm thép chống gỉ	10
3	Sol thứ hai trên kính, mẫu thử A	0,5
4	Sol thứ hai trên kính, mẫu thử B	2
5	Sol thứ nhất trên kính, mẫu thử C	10

Thử nghiệm đối với hoạt tính diệt khuẩn (do hoạt tính ánh) được thực hiện bằng cách sử dụng quá trình dựa trên tiêu chuẩn số BS ISO 27447:2009, trong đó quy định

phương pháp thử nghiệm để xác định hoạt tính diệt khuẩn của các vật liệu có chứa chất quang xúc tác hoặc có các màng quang xúc tác trên bề mặt. Phương pháp được sử dụng để đo đếm vi khuẩn dưới sự chiếu xạ của ánh sáng UV. Tiêu chuẩn được dựa trên tiêu chuẩn số ISO 22196:2007 (tiêu chuẩn cũ JIS Z 2801:2000).

Các tấm đã phủ (mẫu thử 1 và mẫu thử 2) được cắt thành các mẫu vật có kích thước khoảng 35mm x 35 mm. Thử nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (MRSA). Đối với mỗi mẫu thử nghiệm 0,1ml của thể phân tán của sinh vật thử nghiệm (được điều chỉnh để chứa khoảng 5×10^5 tế bào trong 0,1ml) được đặt trên bề mặt đã phủ của mỗi bản kính trong 6 bản kính sao chép và trên 6 bản kính sao chép (được sử dụng như các đối chứng và được biết là không có hoạt tính diệt khuẩn). Thể huyền phù được tiếp xúc gần với bề mặt kiểm soát và kiểm tra sử dụng các kính che có kích thước 20mm x 20mm. Để xác lập mức nuôi cấy thời điểm không, bộ bản sao ba bổ sung của các mẫu đối chứng được nuôi cấy và rửa sạch ngay lập tức, mỗi bộ được cho vào 10ml dung dịch đã trung hòa vô trùng và số lượng vi khuẩn được xác định để đưa ra số lượng thời điểm không.

Đối với mỗi bộ trong 6 bộ sao chép, 3 bộ được phơi sáng trong đĩa nuôi cấy kính với 14 giờ trong 24 giờ dưới đèn huỳnh quang ánh sáng ban ngày. Đĩa nuôi cấy có chứa 3 bộ sao chép còn lại của mỗi mẫu thử nghiệm và mẫu đối chứng được cuộn trong nhiều lớp nhựa màu đen để ngăn ánh sáng bất kỳ xâm nhập vào các màng thử nghiệm. Đĩa nuôi cấy này được giữ trong bóng tối trong toàn bộ 24 giờ. Việc nuôi cấy đối với cả hai bộ của các mẫu thử ở 21°C và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 90%. Sau thời gian này, các mẫu vật được rửa sạch, mỗi bộ được cho vào 10ml dung dịch đã trung hòa vô trùng, và số lượng vi khuẩn được xác định.

Các mẫu thử 3-5 được thử nghiệm bằng cách sử dụng *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (MRSA). Bởi vì đặc tính ưa nước của các bề mặt đã phủ (mà tăng cùng với việc tăng nồng độ TiO_2), phương pháp được sử dụng trước đây được thay đổi. Thể tích nuôi cấy 0,1ml thường được sử dụng cho thấy rằng lan đi quá nhiều trên mẫu thử C và không thể “chặn lại” bằng kính che. Thể tích 0,05ml được sử dụng thay cho thể tích trên được coi là quyết định tốt nhất để sử dụng cho toàn bộ 3 bề mặt.

Lượng 0,05ml thể huyền phù của sinh vật thử nghiệm (được điều chỉnh để có chứa khoảng 5×10^5 tế bào trong 0,05ml) được đặt trên bề mặt đã phủ của mỗi trong số 6 mẫu thử nghiệm sao chép và trên 6 bản kính sao chép (được sử dụng như các đối chứng và được biết là không có hoạt tính diệt khuẩn). Thể huyền phù được tiếp xúc gần với bề mặt kiểm soát và kiểm tra sử dụng các kính che có kích thước 20mm x 20mm. Để cung cấp mức nuôi cấy thời điểm không, bộ bản sao ba bổ sung của các mẫu đối chứng được nuôi cấy (sử dụng thể tích nuôi cấy 0,05ml) và rửa sạch ngay lập tức, mỗi bộ được cho vào 10ml dung dịch đã trung hòa vô trùng, và số lượng vi khuẩn được xác định để đưa ra số lượng thời điểm không.

Như được mô tả bên trên, 3 bản sao của mỗi bản kính đã phủ cùng với 3 bộ đối chứng được phơi sáng và 3 bản sao của mỗi bản kính đã phủ cùng với 3 bộ đối chứng được đặt trong bóng tối, sau đó được xác định số lượng vi khuẩn. Số lượng vi khuẩn thu được (thể hiện như số trung bình nhân), cùng với cùng với các hoạt tính diệt khuẩn (được thể hiện như phép quy về Log_{10}) được đưa ra trong bảng 6 (tấm đã phủ) và bảng 7 (bản kính đã phủ). Các tính toán về hoạt tính diệt khuẩn và hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác là tương tự như cách tính toán được mô tả trên ví dụ 7.

Bảng 6 Kết quả thử nghiệm hoạt tính diệt khuẩn: Tấm đã phủ

Mẫu thử	Số lượng vi khuẩn trung bình			Hoạt tính diệt khuẩn		Hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác
	Ban đầu ($\times 10^5$)	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	
Đối chứng	6,2	$3,1 \times 10^5$	$3,3 \times 10^5$	--	--	--
Sol thứ nhất trên sơn	6,2	$1,3 \times 10^3$	$3,2 \times 10^5$	2,4	0,013	2,4
Sol thứ nhất trên thép	6,2	<10	$1,2 \times 10^3$	>4,5	2,4	> 2,1

Bảng 7 Kết quả thử nghiệm hoạt tính diệt khuẩn: Các bản kính đã phủ

Mẫu thử	Số lượng vi khuẩn trung bình			Hoạt tính diệt khuẩn		Hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác
	Ban đầu (x 10 ⁵)	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	
Đôi chứng	6,0	1,6 x 10 ⁵	3,6 x 10 ⁵	--	--	--
Sol thứ hai Mẫu thử A	6,0	1,9 x 10 ³	1,6 x 10 ⁵	1,9	0,35	1,6
Sol thứ hai Mẫu thử B	6,0	1,2 x 10 ³	1,3 x 10 ⁵	2,1	0,44	1,7
Sol thứ nhất Mẫu thử C	6,0	< 10	1,1 x 10 ⁵	> 4,2	0,51	> 3,7

Tiêu chí để phân tích cấp độ của hoạt tính diệt khuẩn là tương tự như danh sách trong bảng 4 của ví dụ 7. Tham chiếu trên bảng 6, PCX-S7 trên tấm Q/son cho thấy hoạt tính diệt khuẩn tốt khi phơi sáng nhưng hoạt tính diệt khuẩn rất yếu khi ở trong bóng tối. Nói chung, hoạt tính quang xúc tác tốt được thể hiện. PCX-S7 trên thép chống gỉ cho thấy hoạt tính diệt khuẩn tối ưu khi phơi sáng và hoạt tính diệt khuẩn tốt khi ở trong bóng tối. Nói chung, hoạt tính quang xúc tác tốt chống lại MRSA được chứng minh.

Tham chiếu trên bảng 7, các mẫu thử A và B (PCX-S2) chứng minh hoạt tính diệt khuẩn tối thiểu đến tốt khi phơi sáng nhưng hoạt tính diệt khuẩn rất yếu khi ở trong bóng tối. Tóm lại, hoạt tính quang xúc tác tối thiểu chống lại MRSA được chứng minh. Tuy nhiên, mẫu thử C (PCX-S7 trên kính) chứng minh hoạt tính diệt khuẩn tối ưu khi phơi sáng nhưng hoạt tính diệt khuẩn rất yếu khi ở trong bóng tối. Tóm lại, hoạt tính quang xúc tác tối ưu chống lại MRSA được chứng minh.

Ví dụ 9

Sáu mẫu thử sơn và bốn mẫu thử sol (các sol 1-4) được thử nghiệm với hoạt tính diệt khuẩn chống lại *Staphylococcus aureus*. Các mẫu thử sơn được dán nhãn 1-6, có

chứa các chất quang xúc tác TiO_2 khác nhau và được ghép trên các tấm nhôm Q và được điều chế bằng cách sử dụng axit phosphoric và axit axetic của ví dụ 1 có tỉ lệ trọng lượng là 1:1. Các mẫu sol được dán nhãn từ 1 đến 4, là các sol được điều chế theo cách tương tự như các sol trên ví dụ 1, và được đặt vào các bản kính với TiO_2 với lượng lần lượt là 0,75, 2,5, 5,0 và 11 g/m^2 ,

Thử nghiệm đối với hoạt tính diệt khuẩn (do hoạt tính ánh) được thực hiện bằng cách sử dụng quá trình dựa trên tiêu chuẩn số BS ISO 27447:2009, trong đó quy định phương pháp thử nghiệm để xác định hoạt tính diệt khuẩn của các vật liệu có chứa chất quang xúc tác hoặc có các màng quang xúc tác trên bề mặt. Phương pháp được sử dụng để đo đếm vi khuẩn dưới sự chiếu xạ của ánh sáng UV. Tiêu chuẩn được dựa trên tiêu chuẩn số ISO 22196:2007 (tiêu chuẩn cũ JIS Z 2801:2000).

Các tấm đã phủ sơn được cắt thành các mẫu vật có kích thước khoảng 35mm x 35 mm. Thử nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng *Staphylococcus aureus* ATCC6538. Đại lượng 0,1ml của thể thể phân tán của sinh vật thử nghiệm (được điều chỉnh để chứa khoảng 5×10^5 tế bào trong 0,1ml) được đặt trên bề mặt đã phủ sơn của mỗi trong số 6 mẫu kiểm tra sao chép và trên các bản kính sao chép (được sử dụng như các đối chứng và được biết là không có hoạt tính diệt khuẩn). Thể huyền phù được tiếp xúc gần với bề mặt kiểm soát và kiểm tra sử dụng các kính che có kích thước 20mm x 20mm. Để xác lập mức nuôi cấy thời điểm không, bộ bản sao ba bổ sung của các mẫu đối chứng được nuôi cấy và rửa sạch ngay lập tức, mỗi bộ được cho vào 10ml dung dịch đã trung hòa vô trùng và số lượng vi khuẩn được xác định để đưa ra số lượng thời điểm không.

Trong số 6 bản sao của mỗi mẫu thử, 3 bản sao được phơi sáng trong đĩa nuôi cấy kính với 14 giờ trong 24 giờ dưới đèn huỳnh quang ánh sáng ban ngày. Đĩa nuôi cấy có chứa 3 bản sao còn lại của mỗi mẫu thử nghiệm được cuốn trong nhiều lớp nhựa màu đen để ngăn ánh sáng bất kỳ xâm nhập vào các màng thử nghiệm. Đĩa nuôi cấy này được giữ trong bóng tối trong toàn bộ 24 giờ. Việc nuôi cấy đối với cả hai bộ của các mẫu thử ở 21°C và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 90%. Sau thời gian này, các mẫu vật được rửa sạch, mỗi bộ được cho vào 10ml dung dịch đã trung hòa vô trùng, và số lượng vi khuẩn được xác định.

Các bản kính được phủ sol titan oxit được thử nghiệm bằng cách sử dụng *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Bởi vì đặc tính ưa nước của các lớp phủ sol titan oxit (mà tăng cùng với việc tăng nồng độ TiO_2), phương pháp được sử dụng trước đây được thay đổi. Thử nghiệm nuôi cấy 0,1ml thường được sử dụng cho thấy rằng lan đi quá nhiều trên sol 4 và không thể “chặn lại” dưới kính che. Thử nghiệm 0,05ml được sử dụng thay cho thử nghiệm trên được coi là quyết định tốt nhất để sử dụng cho toàn bộ 4 bề mặt sol. Lượng 0,05ml thể huyền phù của sinh vật thử nghiệm (được điều chỉnh để có chứa khoảng 5×10^5 tế bào trong 0,05ml) được đặt trên bề mặt đã phủ của mỗi trong số 6 mẫu thử nghiệm sao chép và trên các bản kính sao chép (được sử dụng như các đối chứng và được biết là không có hoạt tính diệt khuẩn). Thể huyền phù được tiếp xúc gần với bề mặt kiểm soát và kiểm tra sử dụng các kính che có kích thước 20mm x 20mm.

Để cung cấp mức nuôi cấy thời điểm không, bộ bản sao ba bổ sung của các mẫu đối chứng được nuôi cấy (sử dụng thử nghiệm 0,05ml) và rửa sạch ngay lập tức, mỗi bộ được cho vào 10ml dung dịch đã trung hòa vô trùng, và số lượng vi khuẩn được xác định để đưa ra số lượng thời điểm không. Như được mô tả bên trên, các bản sao của mỗi bề mặt sol titan oxit được phơi sáng và 3 bản sao được đặt trong bóng tối, sau đó được xác định số lượng vi khuẩn.

Số lượng vi khuẩn thu được (thể hiện như số trung bình nhân), cùng với cùng với các hoạt tính diệt khuẩn (được thể hiện như phép quy về Log_{10}) được đưa ra trong bảng 8 đến 10. Các tính toán về hoạt tính diệt khuẩn và hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác là tương tự như cách tính toán được mô tả trên ví dụ 7.

Bảng 8 Các kết quả hoạt tính diệt khuẩn: Lớp sơn 1-3

Mẫu thử	Số lượng vi khuẩn trung bình			Hoạt tính diệt khuẩn		Hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác
	Ban đầu ($\times 10^5$)	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	
Đối chứng	5,4	$3,1 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	--	--	--
Lớp sơn 1	5,4	$2,7 \times 10^5$	$3,1 \times 10^5$	0,06	0,01	0,05

Lớp sơn 2	5,4	$2,6 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$	0,08	0,04	0,04
Lớp sơn 3	5,4	$2,6 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	0,08	0,06	0,02

Bảng 9 Các kết quả hoạt tính diệt khuẩn: Lớp sơn 1-3

Mẫu thử	Số lượng vi khuẩn trung bình			Hoạt tính diệt khuẩn		Hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác
	Ban đầu ($\times 10^5$)	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	
Đối chứng	6,1	$5,4 \times 10^5$	$5,8 \times 10^5$	--	--	--
Lớp sơn 4	6,1	$1,9 \times 10^5$	$4,5 \times 10^5$	0,45	0,11	0,34
Lớp sơn 5	6,1	$1,9 \times 10^5$	$5,5 \times 10^5$	0,45	0,02	0,43
Lớp sơn 6	6,1	$3,3 \times 10^5$	$5,2 \times 10^5$	0,21	0,05	0,16

Bảng 10 Các kết quả hoạt tính diệt khuẩn: Các sol (SA)

Mẫu thử	Số lượng vi khuẩn trung bình			Hoạt tính diệt khuẩn		Hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác
	Ban đầu ($\times 10^5$)	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	14/24 giờ sáng	24 giờ tối	
Đối chứng	6,2	$5,3 \times 10^5$	$4,9 \times 10^5$	--	--	--
Sol 1	6,2	< 10	$1,2 \times 10^5$	> 4,7	0,61	> 4,1
Sol 2	6,2	< 10	$7,4 \times 10^4$	> 4,7	0,82	> 3,9
Sol 3	6,2	< 10	$7,3 \times 10^4$	> 4,7	0,82	> 3,9
Sol 4	6,2	< 10	$3,5 \times 10^3$	> 4,7	2,1	> 2,6

Tiêu chí để phân tích cấp độ của hoạt tính diệt khuẩn là tương tự như danh sách trong bảng 4 của ví dụ 8 bên trên. Tham chiếu trên bảng 8 và bảng 9, các tấm đã phủ chỉ cho thấy hoạt tính diệt khuẩn yếu chống lại *Staphylococcus aureus*, trong cả bóng

tối và sau khi phơi sáng dưới đèn huỳnh quang ánh sáng ban ngày, và do đó hoạt tính quang xúc tác quan trọng không được chứng minh.

Tuy nhiên, tham chiếu trên bảng 10, tất cả 4 mẫu sol, cho thấy hoạt tính diệt khuẩn tối ưu sau khi phơi sáng dưới đèn huỳnh quang ánh sáng ban ngày. Sol 1-3 thể hiện rõ ràng hoạt tính quang xúc tác tối ưu. Cấp độ hoạt tính diệt khuẩn của sol 4 được coi là tốt, ít nhất là mặc dù cấp độ quang xúc tác thực tế không thể xác định khi mẫu này cũng cho thấy một số hoạt tính diệt khuẩn trong trường hợp không có ánh sáng.

Ví dụ 10

Để nghiên cứu sự ổn định của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, các sol titan oxit được điều chế theo cách tương tự như trên ví dụ 1, nhưng có các khác biệt như sau. Hai sol được điều chế mà không trung hòa và có chứa 34% trọng lượng titan điôxit và 15% trọng lượng và 18% trọng lượng dietyl amin, tương ứng. Fig.10 là biểu đồ thể hiện độ nhớt theo thời gian của các sol không được trung hòa này, và cho thấy rằng việc sử dụng 18% trọng lượng dietyl amin dẫn đến cải thiện độ ổn định so với sol có chứa 15% trọng lượng dietyl amin.

Bốn sol bổ sung được điều chế cũng chứa 34% trọng lượng titan điôxit và được trung hòa. Sol đã trung hòa thứ nhất có chứa 15% trọng lượng dietyl amin và được trung hòa với axit phosphoric và axit axetic có tỉ lệ trọng lượng là 1:1. Sol đã trung hòa thứ hai có chứa 15% trọng lượng dietyl amin và được trung hòa bằng 100% trọng lượng axit phosphoric. Sol đã trung hòa thứ ba có chứa 18% trọng lượng dietyl amin và được trung hòa với axit phosphoric và axit axetic có tỉ lệ trọng lượng là 1:1. Sol đã trung hòa thứ tư có chứa 18% trọng lượng dietyl amin và được trung hòa bằng 100% trọng lượng axit phosphoric. Mỗi sol được rửa sạch bằng nước đã khử khoáng. Fig.11 là biểu đồ thể hiện độ nhớt theo thời gian của các sol không được trung hòa này. Fig.11 cho thấy sự ổn định được tăng lên rất nhiều đối với 15% trọng lượng dietyl amin được trung hòa bằng 100% trọng lượng axit phosphoric so với trung hòa bằng axit phosphoric và axit axetic có tỉ lệ trọng lượng là 1:1. Fig.11 cũng chỉ ra rằng sol có chứa 18% trọng lượng dietyl amin ổn định hơn sol có chứa 15% trọng lượng dietyl amin, và cho thấy sol có chứa 18% trọng lượng dietyl amin được trung hòa bằng 100% trọng lượng axit phosphoric có độ ổn định tốt nhất.

Ví dụ 11

Để nghiên cứu sự ổn định của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, bốn sol titan oxit được điều chế theo cách tương tự như trên ví dụ 1, nhưng có các khác biệt như sau. Bốn sol có chứa 34% trọng lượng titan điôxit, không trung hòa. Sol thứ nhất có chứa 15% trọng lượng dietyl amin và được rửa sạch bằng nước đã khử khoáng, dẫn đến hàm lượng canxi là 71ppm và hàm lượng natri ít hơn 13ppm. Sol thứ hai có chứa 18% trọng lượng dietyl amin và được rửa sạch bằng nước đã khử khoáng, dẫn đến hàm lượng canxi là 71ppm và hàm lượng natri ít hơn 13ppm. Sol thứ ba có chứa 15% trọng lượng dietyl amin và được rửa sạch bằng nước máy, dẫn đến hàm lượng canxi là 2535ppm và hàm lượng natri là 23ppm. Sol thứ tư có chứa 18% trọng lượng dietyl amin và được rửa sạch bằng nước máy, dẫn đến hàm lượng canxi là 2535ppm và hàm lượng natri là 23ppm. Fig.12 là biểu đồ thể hiện độ nhớt của mỗi sol sau khi rửa. Fig.12 chỉ ra rằng độ ổn định tăng lên rất nhiều đối với cả hai sol 15% trọng lượng dietyl amin và 18% trọng lượng dietyl amin được rửa bằng nước đã khử khoáng trái ngược với khi rửa bằng nước máy.

Ví dụ 12

Để nghiên cứu hoạt tính quang xúc tác của các lớp phủ được điều chế từ các sol theo sáng chế, lớp mỏng của sol titan oxit đã trung hòa của ví dụ 1 (có tỉ lệ trọng lượng của axit phosphoric và axit axetic là 1:1) được pha loãng với nước để tạo thành sol titan điôxit, được phủ trên tường bê tông (sol titan điôxit nồng độ 10%wt trên diện tích 135cm^2) đặt ở vùng Camden-London, Vương quốc Anh. (Tọa độ hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System-GPS) là 51.518904 Bắc và 0120685 Tây). NO và NO₂ cùng với tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ và độ ẩm được đo với các khoảng thời gian 15 phút. NO và NO₂ được đo bằng đầu dò ở khoảng cách tường 15cm. Trước khi phủ tường bê tông bằng sol titan điôxit, các số đo đường cơ sở của NO và NO₂ thu được trong năm 1 trong các tháng từ tháng chín đến hết tháng mười hai. Sau khi có các số đo đường cơ sở, tường bê tông được phủ như mô tả bên trên và NO và NO₂ được đo trong năm 2 trong các tháng từ tháng chín đến hết tháng mười hai. Tường bê tông sau đó được phủ bằng gôc để che lớp phủ sol titan điôxit, và NO và NO₂ được đo trong năm 3 trong các tháng từ tháng chín đến hết tháng mười hai. Fig.13 và 14 thể hiện các

so sánh của các lượng NO và NO₂ theo đường cơ sở với các đại lượng được đo với tường bê tông được phủ bằng sol titan điôxit và với các đại lượng này đối với tường bê tông được che phủ bằng gỗ. Các so sánh thể hiện các số lượng trung bình của NO và NO₂ được đo sau từng giờ trong ngày, từng ngày trong tuần trong các tháng chín, mười và mười hai trong các năm 1, 2 và 3, tương ứng. Dữ liệu từ tháng mười một trong mỗi năm không được sử dụng do cấp độ NO và NO₂ là đặc biệt thấp tại các vùng khác gần đó cho thấy rằng có nhân tố khác ảnh hưởng đến các mức NO và NO₂ trong tháng đó. Các so sánh cũng chỉ bao gồm dữ liệu NO và NO₂ trong đó tốc độ gió nhỏ hơn 1,3m/s. Fig.13 và Fig.14 thể hiện việc phủ tường bê tông bằng sol titan điôxit dẫn đến hoạt tính khử NO_x đáng kể so với các mức đường cơ sở. Fig.13 và Fig.14 cũng thể hiện nhờ việc che lớp phủ trong năm tiếp theo, các mức NO_x gần như trở về mức đường cơ sở, do đó chứng minh được tính hiệu quả của lớp phủ sol titan điôxit trong việc giảm NO_x.

Vì vậy, các ví dụ thực hiện đã chứng minh và cho thấy rằng các sol của các hạt nano titan điôxit có thể được làm và các sol này có thể hữu ích để tạo các lớp phủ quang xúc tác trong suốt trên chất nền để khử ô nhiễm, tự làm sạch, chống bẩn, chống vi khuẩn, và/hoặc diệt nấm/điệt khuẩn.

Toàn bộ các tài liệu tham khảo bao gồm các đơn sáng chế và tài liệu đối chứng đã công bố được kết hợp ở đây để tham khảo toàn bộ và cho nhiều mục đích cùng phạm vi như thể mỗi công bố hoặc patent hoặc đơn sáng chế đã được trình bày cụ thể và riêng biệt được kết hợp ở đây bằng cách tham khảo toàn bộ cho nhiều mục đích. Nhiều thay đổi và cải biến của sáng chế có thể được thực hiện bởi các người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực mà không tách khỏi phạm vi và nguyên tắc của sáng chế. Các phương án thực hiện được mô tả ở đây chỉ là các ví dụ, sáng chế không bị giới hạn ở đó mà còn bao gồm cả những sửa đổi, sắp xếp tương tự được xem như là thuộc phạm vi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều chế sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt, phương pháp này bao gồm các bước:

(1) cho gel titan điôxit ngâm nước phản ứng với tác nhân giải keo kiềm để tạo thành sol titan điôxit kiềm đã giải keo;

(2) trung hòa sol titan điôxit kiềm đã giải keo; và

(3) thu sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng cách đun sôi.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng cách trộn hydro peroxit với sol titan điôxit kiềm đã giải keo.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng cách trộn hợp chất axit với sol titan điôxit kiềm đã giải keo.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó hợp chất axit được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất axit thứ nhất, hợp chất axit thứ hai và tổ hợp của chúng.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó hợp chất axit thứ nhất được chọn từ nhóm bao gồm axit vô cơ, axit hữu cơ và tổ hợp của chúng.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó axit vô cơ là axit phosphoric, và trong đó axit hữu cơ được chọn từ nhóm bao gồm axit oxalic, axit xitric, axit tartric, axit salixylic và tổ hợp của chúng.

8. Phương pháp theo điểm 5, trong đó hợp chất axit thứ hai được chọn từ nhóm bao gồm axit vô cơ, axit hữu cơ và tổ hợp của chúng.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó axit vô cơ là axit nitric, và trong đó axit hữu cơ là axit axetic.

10. Phương pháp theo điểm 5, trong đó hợp chất axit thứ nhất gồm có từ khoảng 25% trọng lượng đến khoảng 100% trọng lượng hợp chất axit.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tác nhân giải keo kiềm được chọn từ nhóm bao gồm alkylamin, amoni hydroxit bậc bốn và tổ hợp của chúng.
12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó lượng tác nhân giải keo kiềm có mặt trong sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt ít nhất là khoảng 7% trọng lượng, tính theo tổng trọng lượng của tác nhân giải keo kiềm và titan điôxit.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng axit phosphoric.
14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt gồm có từ khoảng 0,5% đến khoảng 20% trọng lượng titan điôxit.
15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt gồm có từ khoảng 30% đến khoảng 40% trọng lượng titan điôxit.
16. Phương pháp theo điểm 11, trong đó lượng tác nhân giải keo kiềm có mặt trong sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt ít nhất khoảng 18% trọng lượng, tính theo tổng trọng lượng của tác nhân giải keo kiềm và titan điôxit.
17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng sự kết hợp của axit phosphoric và axit axetic; trong đó tỉ lệ trọng lượng của axit phosphoric với axit axetic nằm trong khoảng từ khoảng 0,8:1 đến khoảng 1,2:1, và trong đó axit phosphoric và axit axetic được bổ sung đồng thời vào sol titan điôxit kiềm đã giải keo.
18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt gồm có từ khoảng 0,5% đến khoảng 20% trọng lượng titan điôxit.
19. Phương pháp theo điểm 17, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt gồm có từ khoảng 30% đến khoảng 40% trọng lượng titan điôxit.
20. Phương pháp theo điểm 11, trong đó alkylamin là diethyl amin.
21. Phương pháp theo điểm 11, trong đó amoni hydroxit bậc bốn là tetrametyl amoni hydroxit.

22. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt bao gồm các mầm tinh thể titan điôxit có kích thước hạt nhỏ hơn khoảng 50nm, và ít nhất 90% hạt ở dạng anataza.

23. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt được pha thêm kim loại, trong đó kim loại được chọn từ nhóm bao gồm Ag, Zn, Mg, Sn, Fe, Co, Ni, Se, Ce, Cu và tổ hợp của chúng.

24. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt được rửa bằng nước đã tách khoáng sao cho nồng độ của các ion canxi là nhỏ hơn khoảng 71 phần triệu và nồng độ các ion natri nhỏ hơn khoảng 13 phần triệu trong sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt đã rửa thu được, và trong đó độ dẫn lọc nhỏ hơn hoặc bằng 500 μ S.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó độ nhớt của sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt đã rửa nhỏ hơn khoảng 100 centipoise (0,1 Pa.s) sau ít nhất 4 tuần ở nhiệt độ phòng.

26. Phương pháp điều chế sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt, phương pháp này bao gồm:

(1) kết tủa titan điôxit ngâm nước từ dung dịch có hợp chất chứa titan trong đó để tạo ra các hạt titan điôxit;

(2) tạo thể phân tán của các hạt titan điôxit trong môi trường chất lỏng;

(3) xử lý thể phân tán bằng tác nhân giải keo kiềm để thu được sol titan điôxit kiềm đã giải keo;

(4) trung hòa sol titan điôxit kiềm đã giải keo; và

(5) thu sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt thành phẩm.

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó hợp chất có chứa titan được chọn từ nhóm bao gồm titan alcoxít, titan oxyclorea, titan sulfat, titan oxynitrat, titanyl axetylaxeton, và tổ hợp của chúng.

28. Phương pháp theo điểm 27, trong đó hợp chất có chứa titan là titan sulfat, và phương pháp này còn bao gồm bước xử lý dung dịch titan sulfat bằng nhựa trao đổi ion để khử ion dung dịch trước khi sử dụng dung dịch titan sulfat trong bước kết tủa titan điôxit ngậm nước.
29. Phương pháp theo điểm 26, trong đó hợp chất có chứa titan được xử lý bằng chất tạo chelat gốc bazơ trước khi kết tủa titan điôxit ngậm nước, trong đó chất tạo chelat gốc bazơ được chọn từ nhóm bao gồm di-alkanolamin, tri-alkanolamin và tổ hợp của chúng.
30. Phương pháp theo điểm 26, trong đó tác nhân giải keo kiềm là mono-alkylamin, di-alkylamin, hoặc tri-alkylamin.
31. Phương pháp theo điểm 30, trong đó mono-alkylamin, di-alkylamin, hoặc tri-alkylamin được chọn từ nhóm bao gồm tert-butylamin, trietylamin, dietylamín, isopropylamin, diisopropyletylamin, isobutylamin, isoamylamin và tổ hợp của chúng.
32. Phương pháp theo điểm 26, trong đó tác nhân giải keo kiềm là amoni hydroxit bậc bốn.
33. Phương pháp theo điểm 32, trong đó amoni hydroxit bậc bốn là tetraalkylamoni hydroxit.
34. Phương pháp theo điểm 26, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng cách đun sôi.
35. Phương pháp theo điểm 26, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng cách trộn hydro peroxit với sol titan điôxit kiềm đã giải keo.
36. Phương pháp theo điểm 26, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng cách trộn hợp chất axit với sol titan điôxit kiềm đã giải keo.
37. Phương pháp theo điểm 36, trong đó hợp chất axit được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất axit thứ nhất, hợp chất axit thứ hai và tổ hợp của chúng.
38. Phương pháp theo điểm 37, trong đó hợp chất axit thứ nhất được chọn từ nhóm bao gồm axit vô cơ, axit hữu cơ và tổ hợp của chúng.

39. Phương pháp theo điểm 38, trong đó axit vô cơ là axit phosphoric, và trong đó axit hữu cơ được chọn từ nhóm bao gồm axit oxalic, axit xitric, axit tartric, axit salixylic và tổ hợp của chúng.

40. Phương pháp theo điểm 37, trong đó hợp chất axit thứ hai được chọn từ nhóm bao gồm axit vô cơ, axit hữu cơ và tổ hợp của chúng.

41. Phương pháp theo điểm 40, trong đó axit vô cơ là axit nitric, và trong đó axit hữu cơ là axit axetic.

42. Phương pháp theo điểm 26, trong đó sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt gồm có các mầm tinh thể titan điôxit có kích thước hạt trung bình nhỏ hơn khoảng 10nm, và ít nhất 90% hạt ở dạng anataza.

43. Sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt được tạo thành từ sol titan điôxit kiềm đã được giải keo và trung hòa.

44. Sol theo điểm 43, trong đó sol titan điôxit kiềm được giải keo bằng tác nhân giải keo kiềm được lựa chọn từ nhóm alkylamin, amoni hydroxit bậc bốn và tổ hợp của chúng, nhờ đó tạo ra sol titan điôxit kiềm đã giải keo mà được trung hòa bằng hợp chất axit tạo ra sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt.

45. Sol theo điểm 44, trong đó lượng tác nhân giải keo kiềm có mặt trong sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt ít nhất là khoảng 15% trọng lượng dựa trên tổng trọng lượng của tác nhân giải keo kiềm và titan điôxit, và trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng axit phosphoric.

46. Sol theo điểm 45, trong đó sol này gồm có từ khoảng 0,5% đến khoảng 20% trọng lượng titan điôxit.

47. Sol theo điểm 45, trong đó sol này gồm có từ khoảng 30% đến khoảng 40% trọng lượng titan điôxit.

48. Sol theo điểm 44, trong đó lượng tác nhân giải keo kiềm có mặt trong sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt ít nhất khoảng 18% trọng lượng dựa trên tổng trọng lượng của tác nhân giải keo kiềm và titan điôxit, trong đó sol titan điôxit kiềm đã giải keo được trung hòa bằng sự kết hợp của axit phosphoric và axit axetic; trong đó tỷ lệ trọng lượng của axit phosphoric trên axit axetic nằm trong

khoảng từ khoảng 0,8:1 đến khoảng 1,2:1, và trong đó axit phosphoric và axit axetic được bổ sung gần như đồng thời vào sol titan điôxit kiềm đã giải keo.

49. Sol theo điểm 48, trong đó sol này gồm có từ khoảng 0,5% đến khoảng 20% trọng lượng titan điôxit.

50. Sol theo điểm 48, trong đó sol này gồm có từ khoảng 30% đến khoảng 40% trọng lượng titan điôxit.

51. Sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt đã rửa được tạo ra bằng cách rửa sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt theo điểm 43 bằng nước khử khoáng sao cho nồng độ các ion canxi thấp hơn khoảng 71 phần triệu và nồng độ các ion natri thấp hơn khoảng 13 phần triệu trong sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt đã rửa.

52. Sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt đã rửa theo điểm 51, trong đó sol này có độ nhớt nhỏ hơn khoảng 100 centipoise (0,1 Pa·s) sau ít nhất 4 tuần ở nhiệt độ phòng.

53. Sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt theo điểm 43, trong đó sol này được pha thêm kim loại trong đó kim loại được chọn từ nhóm bao gồm Ag, Zn, Mg, Sn, Fe, Co, Ni, Se, Ce, Cu và tổ hợp của chúng.

54. Cấu trúc có lớp chứa titan điôxit, cấu trúc này gồm có:

chất nền; và

lớp có chứa lượng titan điôxit anatase đáng kể trên bề mặt của chất nền, trong đó độ trong suốt của lớp chứa titan điôxit ở bước sóng ánh sáng nhìn thấy được từ 400 đến 700nm là từ khoảng 65% đến khoảng 95%, trong đó lớp chứa titan điôxit này được tạo thành từ sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt được tạo ra theo phương pháp theo điểm 1, và trong đó chiều dày của lớp có chứa titan điôxit này từ khoảng 0,1 đến 1,5 μm .

55. Cấu trúc theo điểm 54, trong đó lượng NO_x ban đầu loại bỏ từ không khí nằm gần lớp có chứa titan điôxit ít nhất là khoảng 80%.

56. Cấu trúc theo điểm 55, trong đó lượng NO_x loại bỏ từ không khí nằm gần lớp có chứa titan điôxit ít nhất là khoảng 75% sau thời gian khoảng 450 ngày.

57. Phương pháp cải thiện đặc tính khử NO_x của sản phẩm;

trong đó sản phẩm này có ít nhất một phần được phủ bằng sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt được tạo ra theo phương pháp theo điểm 1.

58. Chế phẩm diệt khuẩn bao gồm:

sol titan điôxit quang xúc tác trung tính, ổn định và trong suốt được tạo ra theo phương pháp theo điểm 1; trong đó chế phẩm diệt khuẩn khi được đặt tiếp xúc với vi khuẩn sẽ giết chết ít nhất 80% vi khuẩn.

59. Chế phẩm diệt khuẩn theo điểm 58, trong đó chế phẩm diệt khuẩn, khi được đặt tiếp xúc với vi khuẩn, sẽ giết chết ít nhất 90% vi khuẩn.

60. Chế phẩm diệt khuẩn theo điểm 58, trong đó hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác của chế phẩm diệt khuẩn, khi được đặt tiếp xúc với vi khuẩn, ít nhất là 2, trong đó hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác được xác định theo công thức:

$$\log(B_L/C_L) - \log(B_D/C_D); \text{ và trong đó}$$

B_L = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt kiểm soát không được phủ chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ tiếp xúc với ánh sáng;

C_L = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt thử nghiệm được phủ bằng chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ tiếp xúc với ánh sáng;

B_D = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt kiểm soát không được phủ chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ trong bóng tối;

C_D = số lượng vi khuẩn trung bình trên bề mặt thử nghiệm được phủ bằng chế phẩm diệt khuẩn sau X giờ trong bóng tối; và

X nằm trong khoảng giá trị từ khoảng 14 đến khoảng 24 giờ.

61. Chế phẩm diệt khuẩn theo điểm 60 trong đó hoạt tính diệt khuẩn quang xúc tác của chế phẩm diệt khuẩn, khi được đặt tiếp xúc với vi khuẩn, ít nhất là 3.

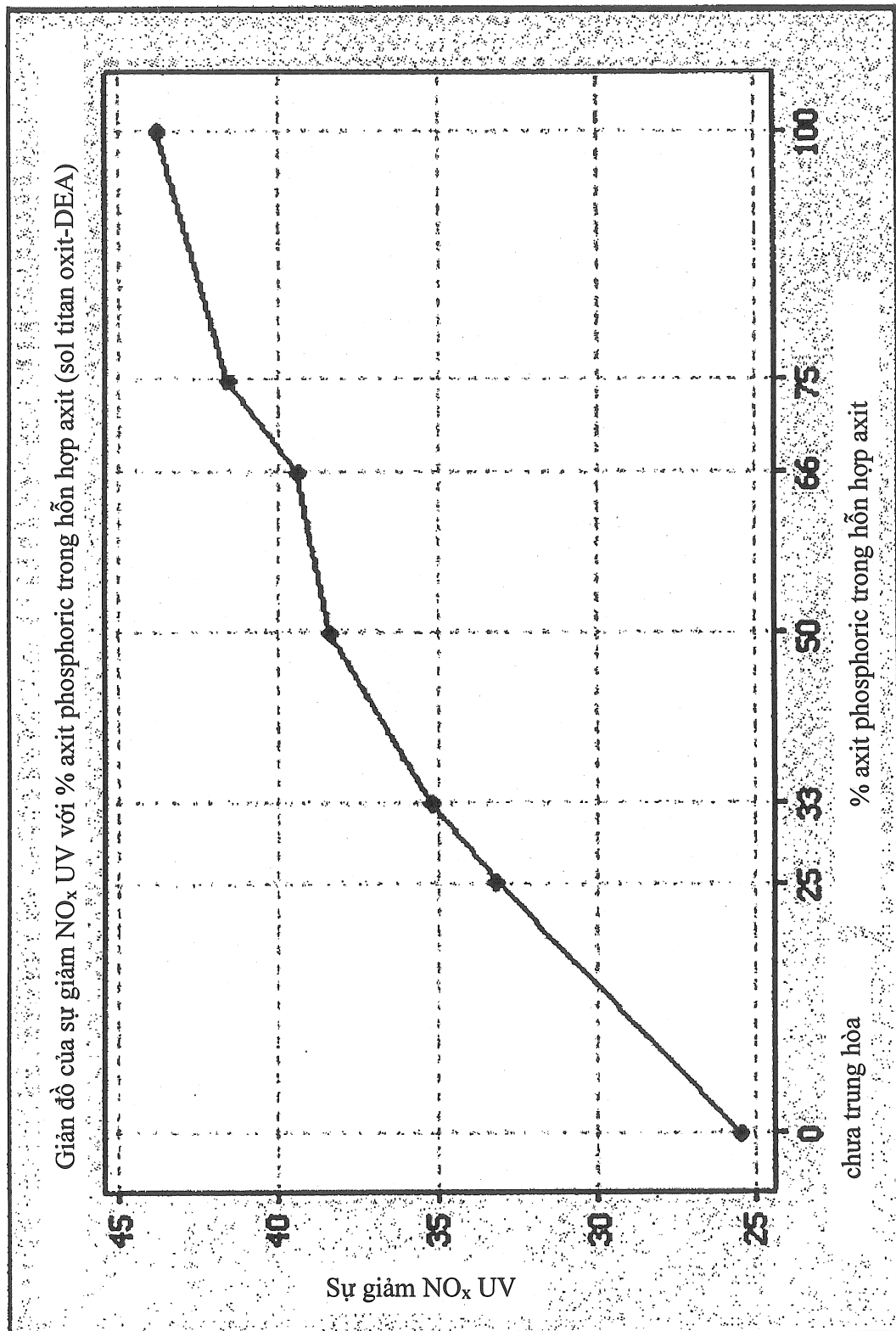


FIG. 1

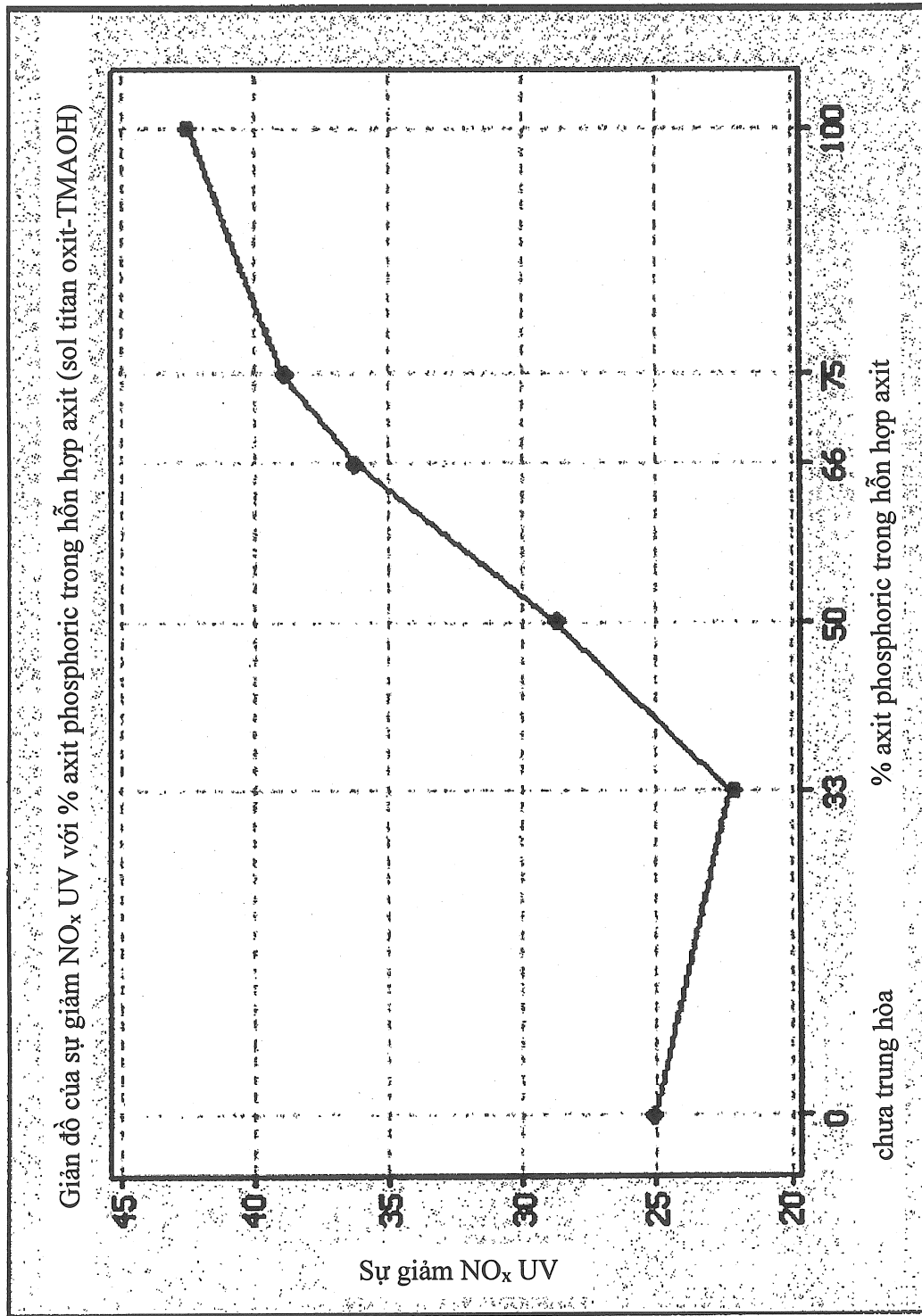


FIG. 2

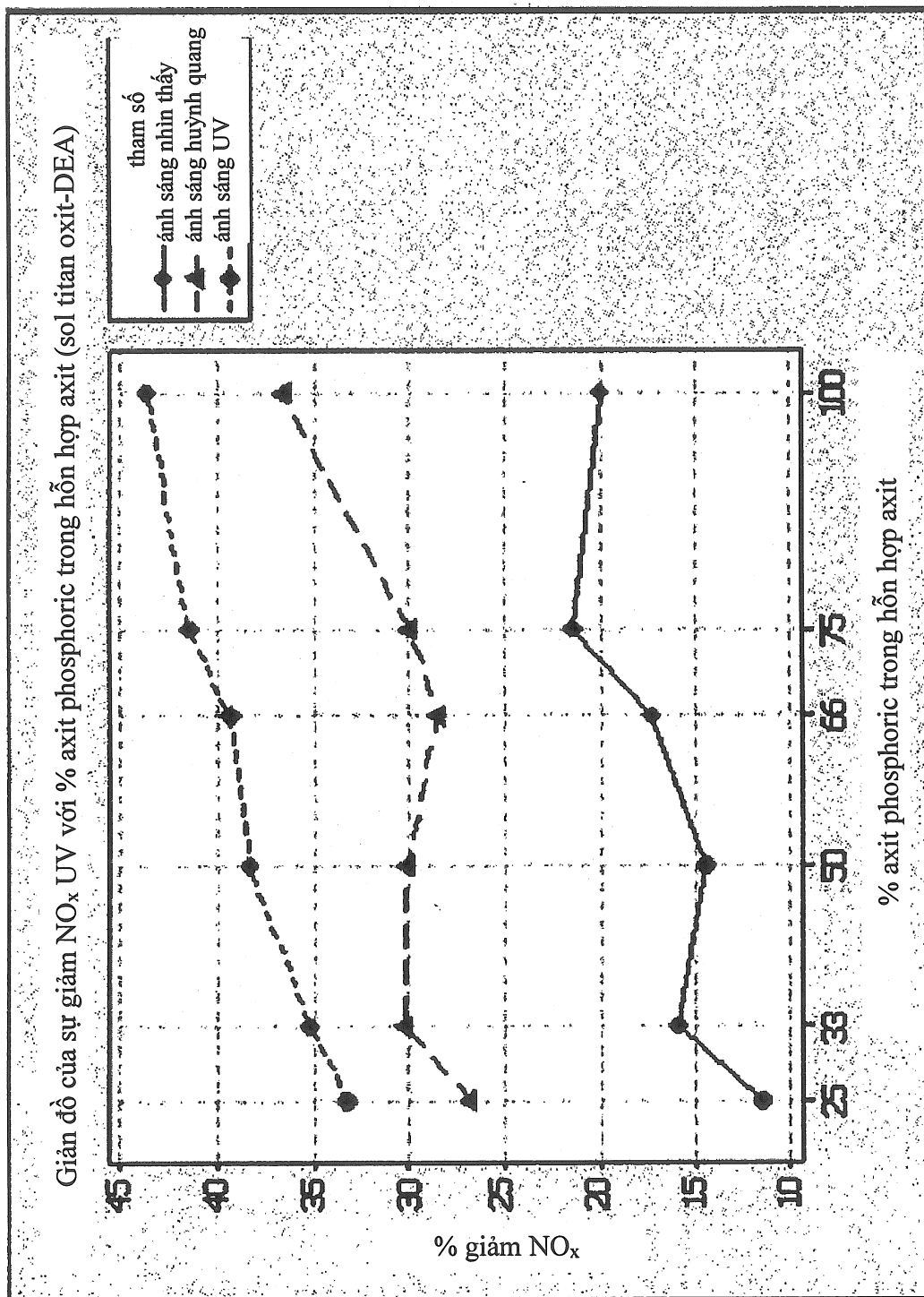


FIG. 3

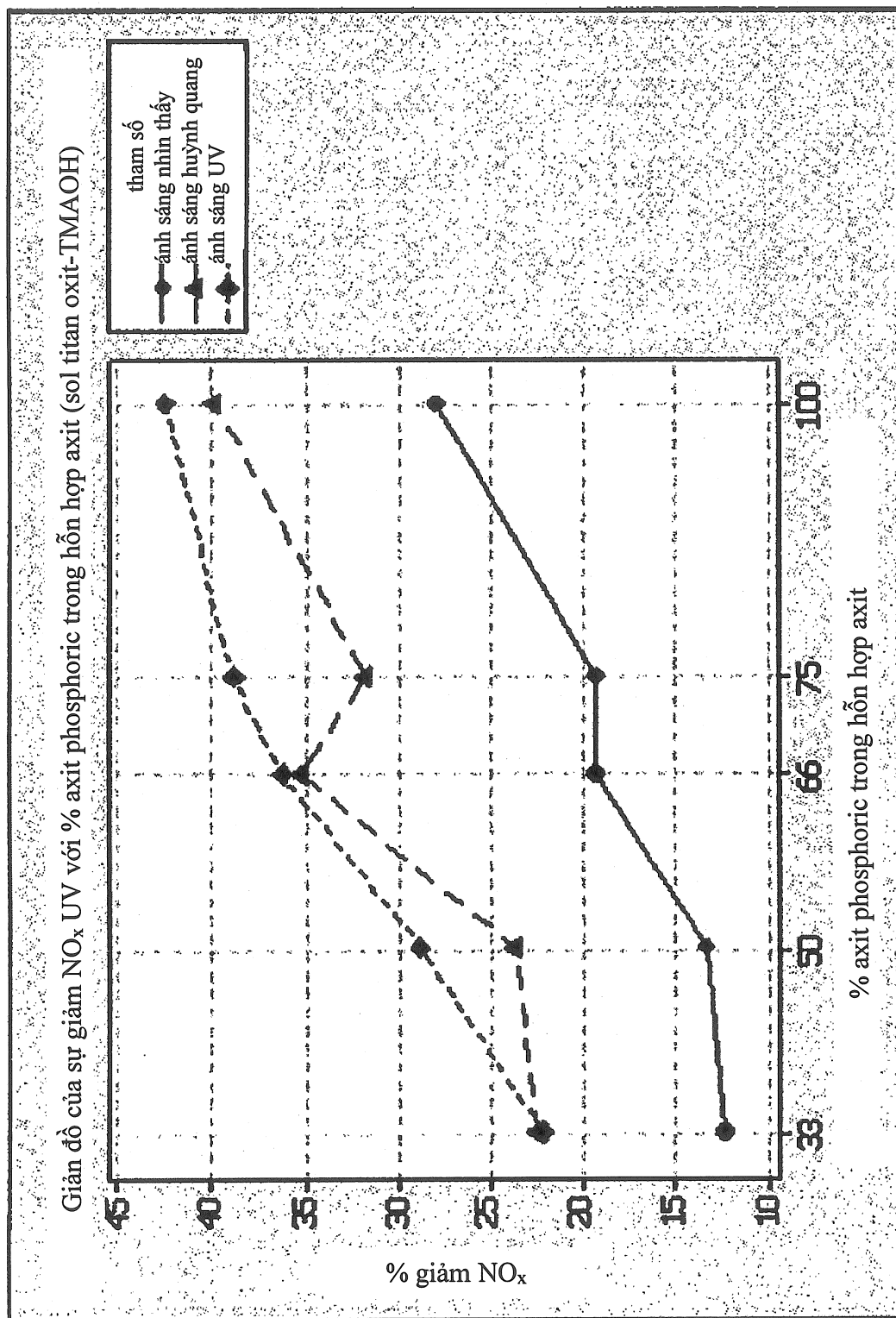


FIG. 4

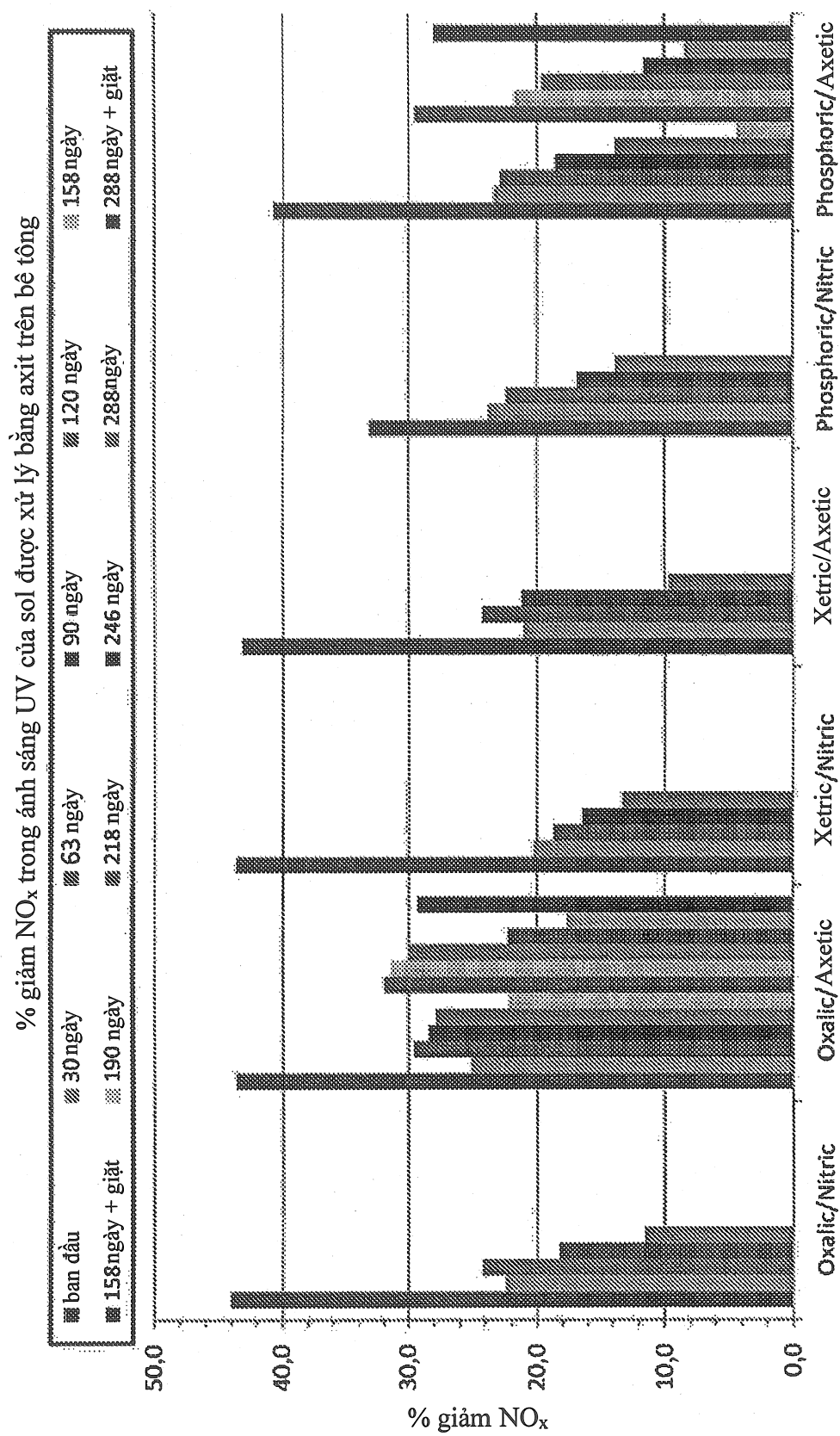


FIG. 5

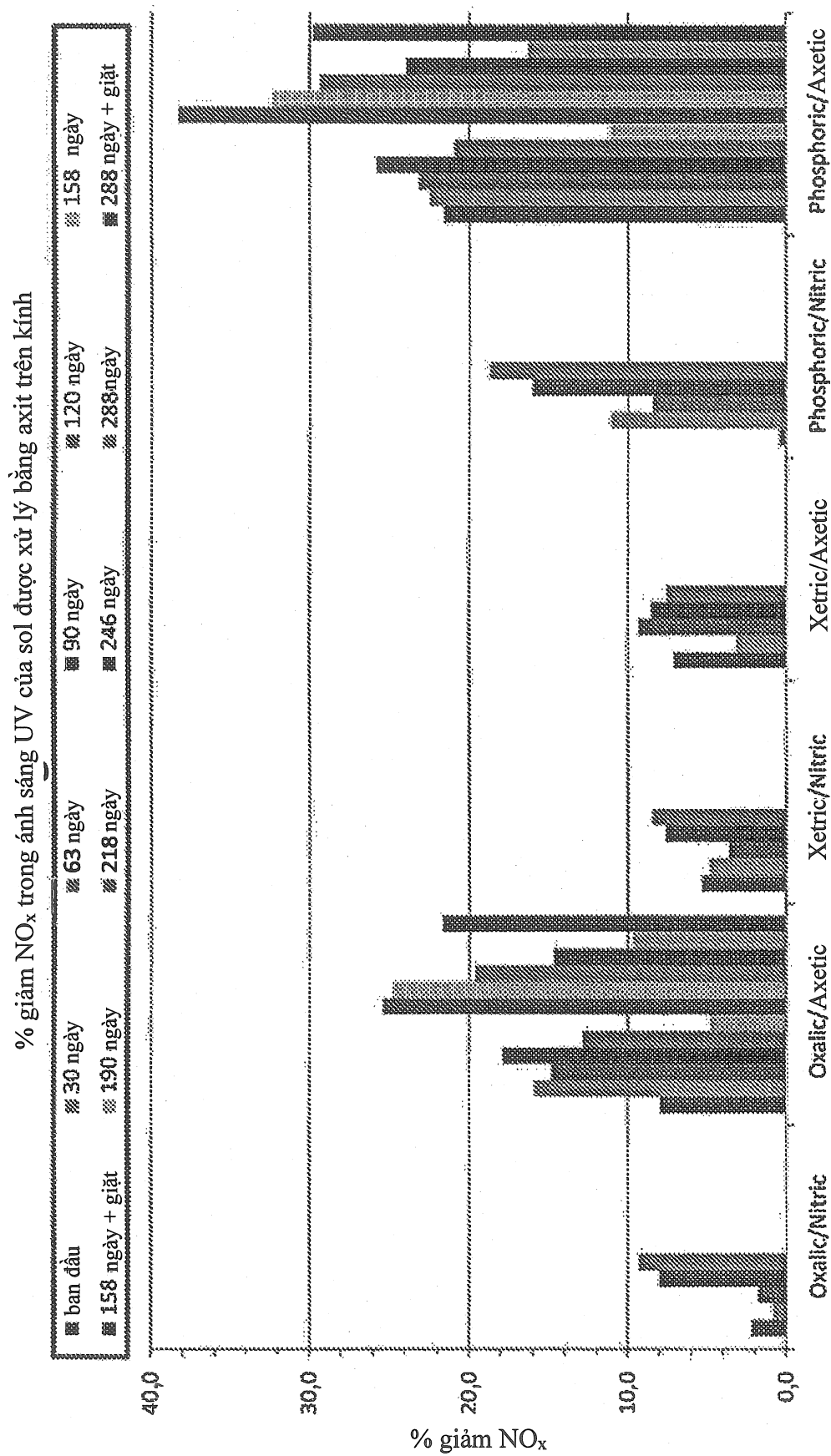


FIG. 6

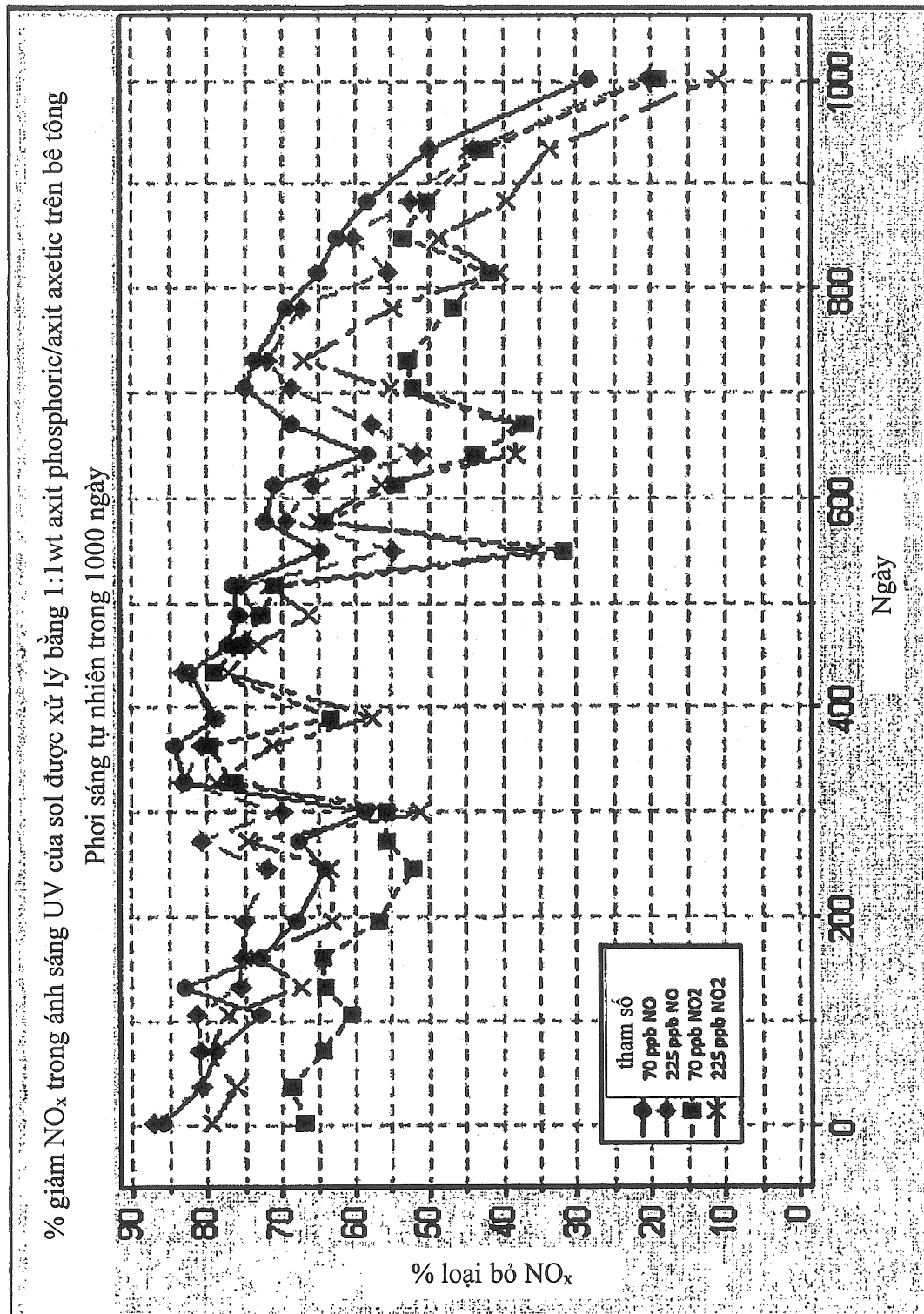


FIG. 7

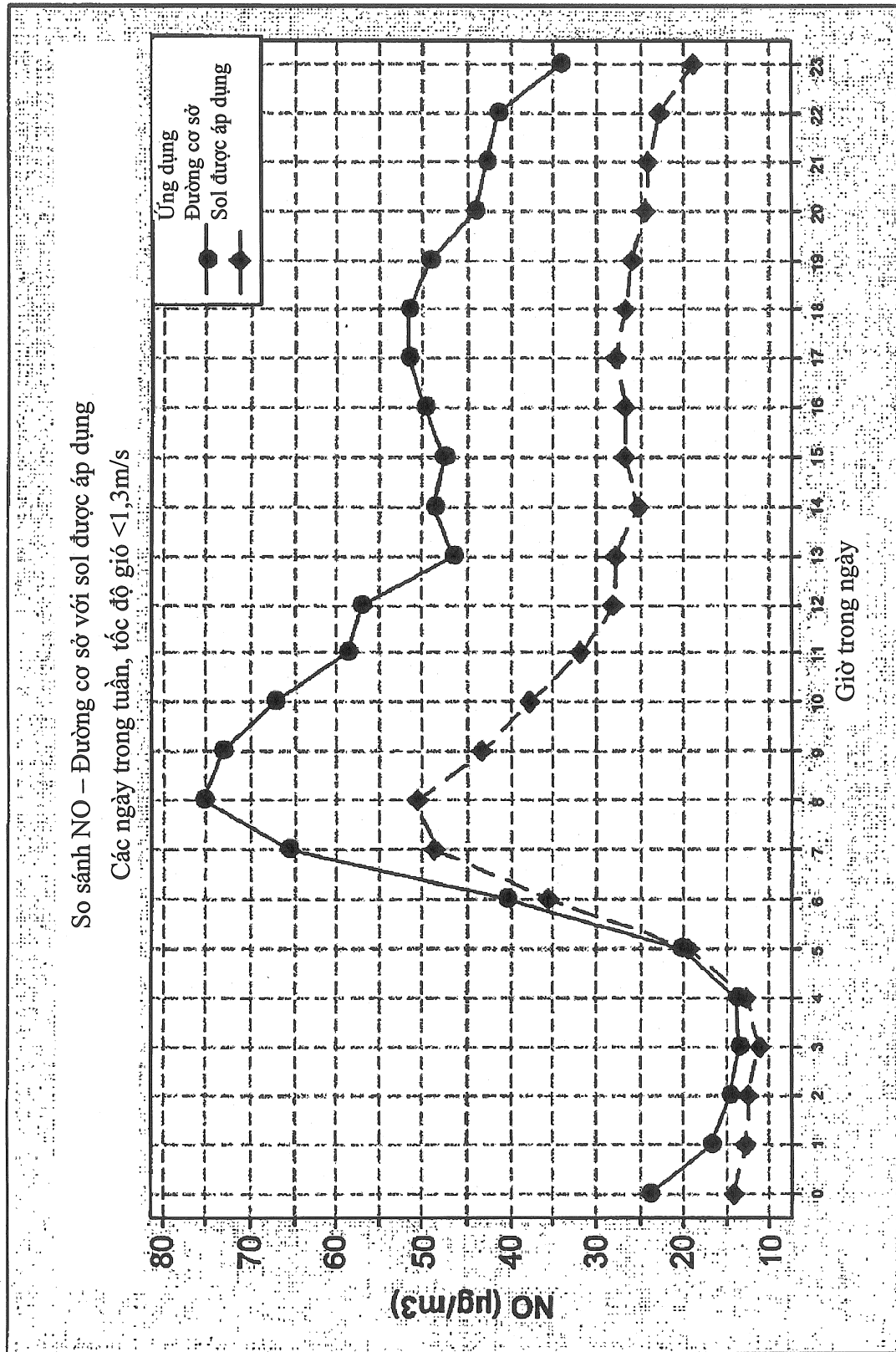


FIG. 8

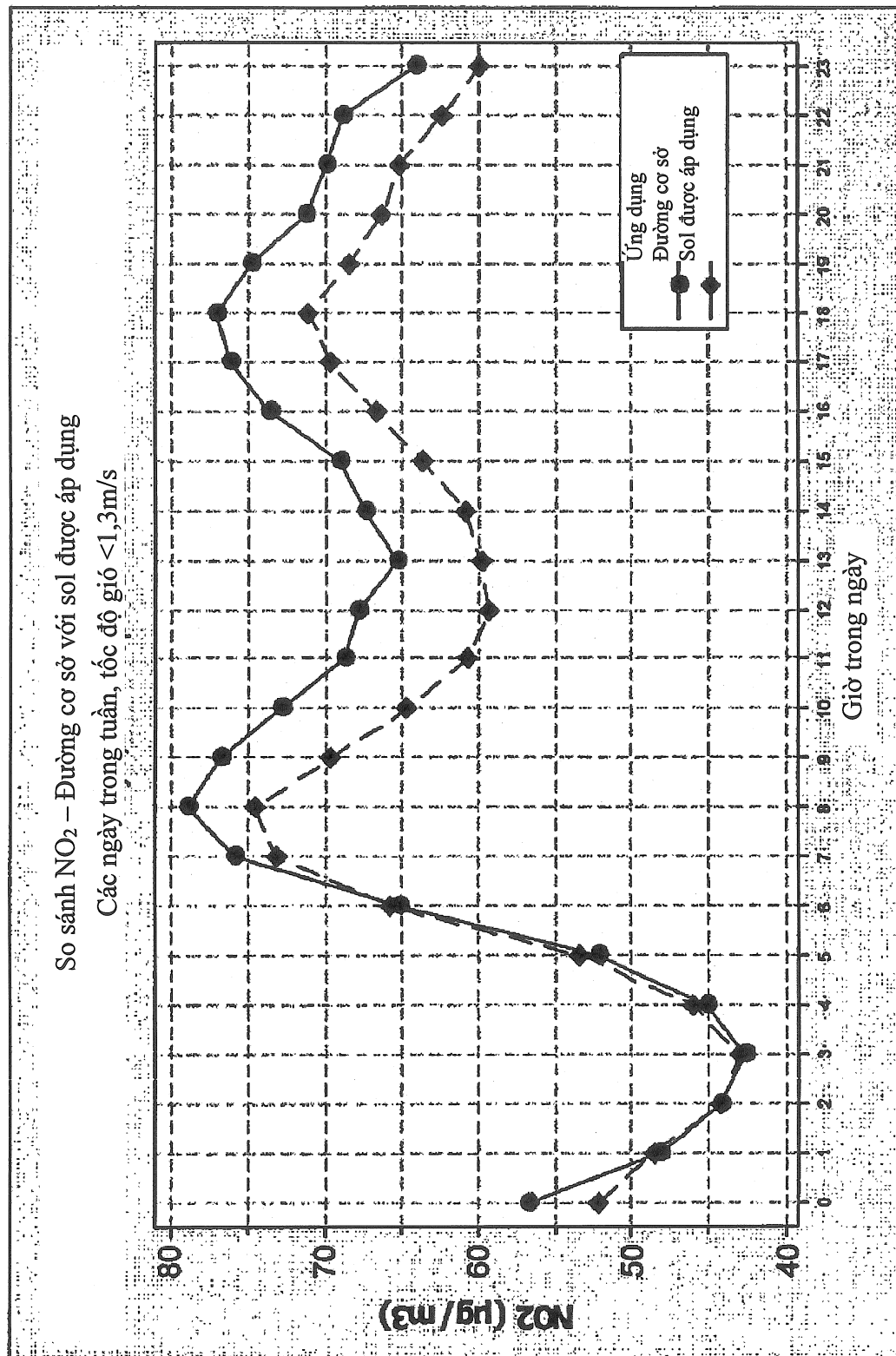


FIG. 9

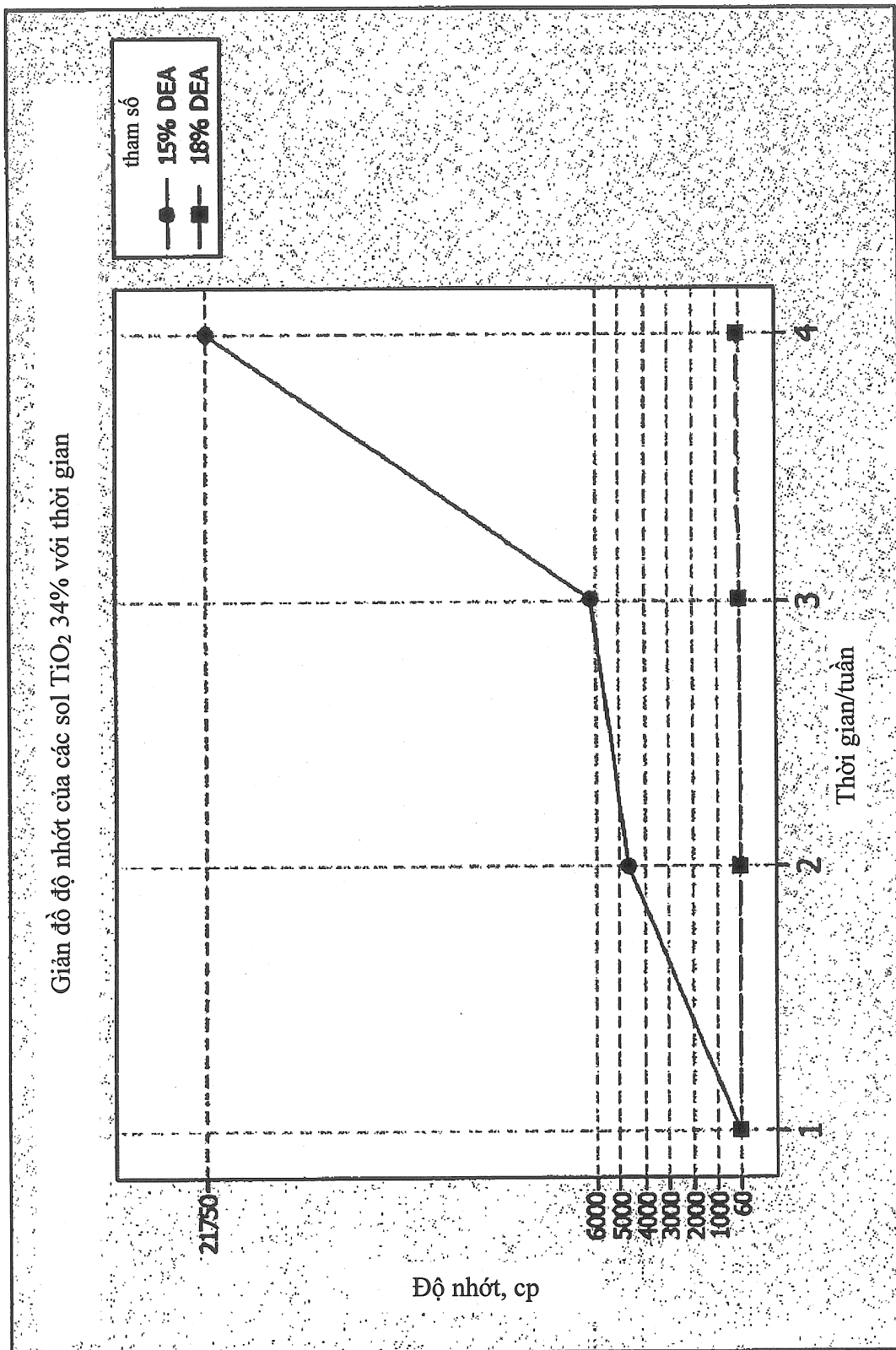


FIG. 10

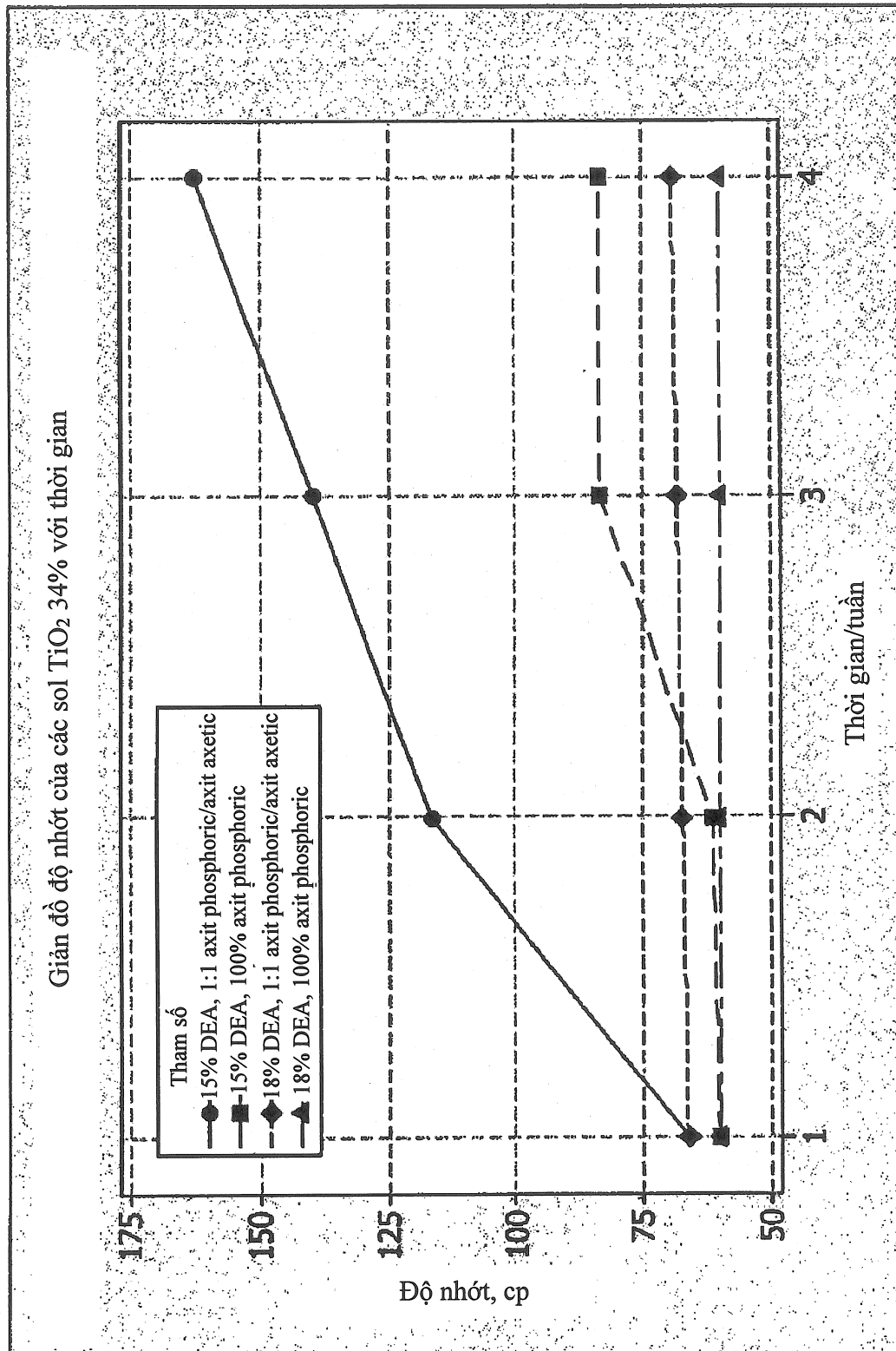


FIG. 11

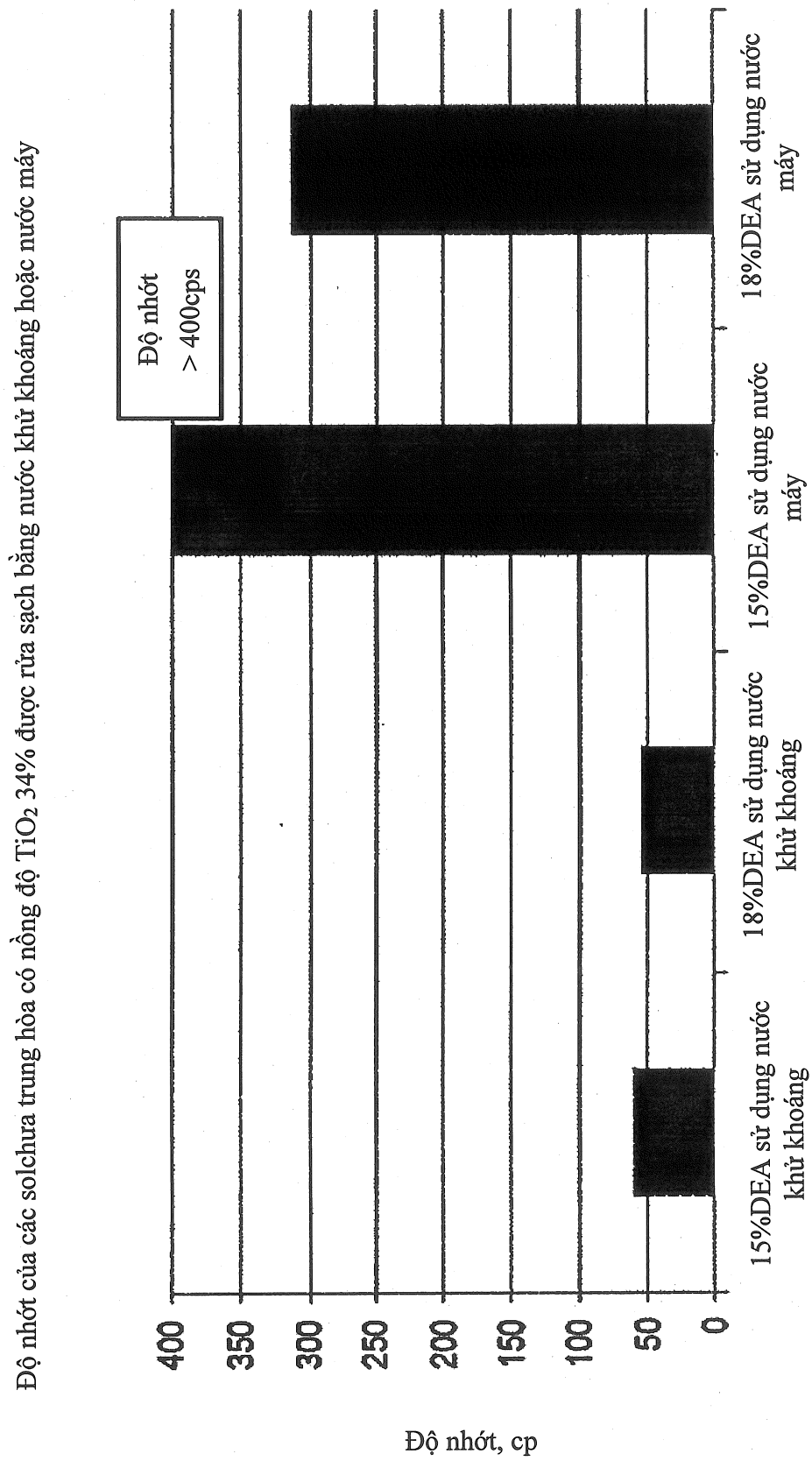


FIG. 12

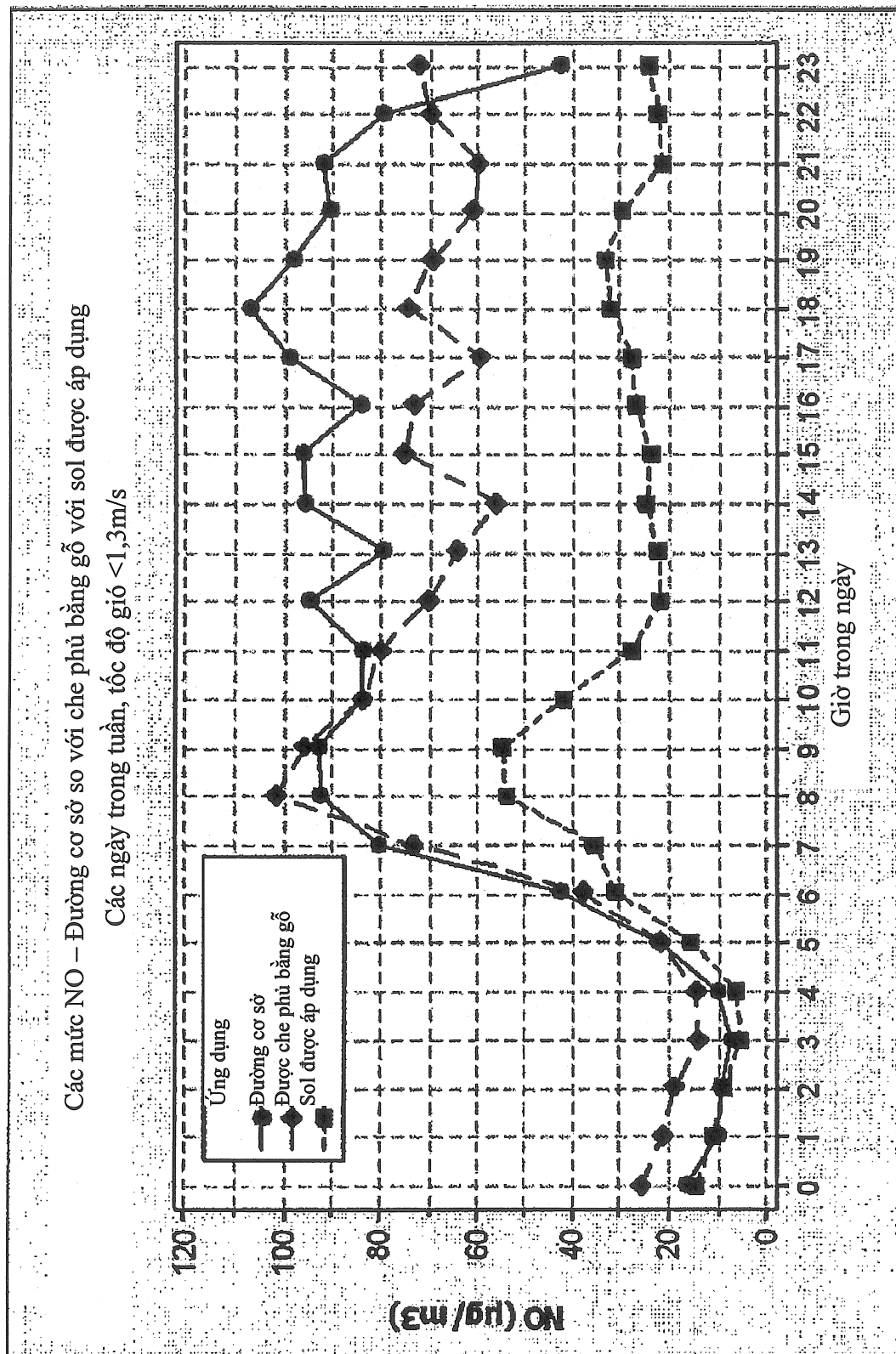


FIG. 13

Các mức NO_2 – Đường cơ sở so với che phủ bằng gỗ với sol được áp dụng
 Các ngày trong tuần, tốc độ gió $< 1,3 \text{ m/s}$

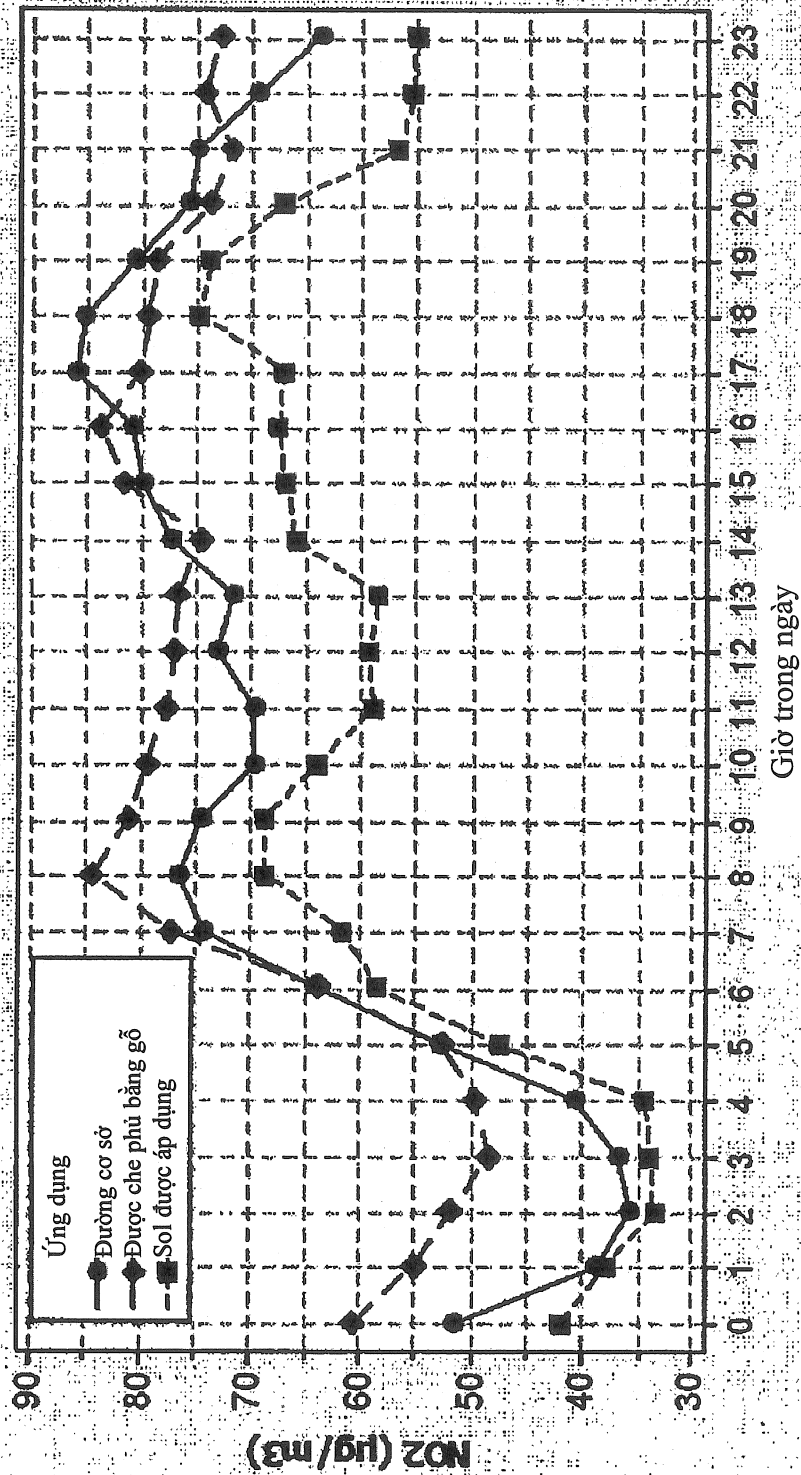


FIG. 14