ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 35918 B1

(43) Date de publication :
01.12.2014

(51) Cl. internationale :
C02F 1/461; C25B 11/04; C02F 1/467

(21) N° Dépôt :
37311

(22) Date de Dépôt :
28.08.2014

(30) Données de Priorité :
07.02.2012 IT MI20120A000158

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2013/052403 07.02.2013

(71) Demandeur(s) :
INDUSTRIE DE NORA S.P.A., Via Bistolfi 35 I-20134 Milano (IT)

(72) Inventeur(s) :
BENEDETTO, Mariachiara

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **ÉLECTRODE POUR RÉDUCTION ÉLECTROCHIMIQUE DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE DE RÉSIDUS INDUSTRIELS**

(57) Abrégé : La présente invention concerne une électrode pour réduire la demande chimique en oxygène d'eaux usées qui comprend : a) un composant permanent; et b) un composant sacrificiel disposé face à face avec le composant permanent et fixé amovible et en contact électrique avec celui-ci, ledit composant permanent étant constitué d'un substrat d'un métal valve pourvu d'un revêtement catalytique contenant des métaux nobles ou des oxydes associés, ledit composant sacrificiel contenant du fer élémentaire. L'invention concerne également un procédé de réduction de la demande chimique en oxygène dans un résidu aqueux contenant des composés huileux, des glycols ou des paraffines, comprenant facultativement un résidu de fonderie, par un procédé électrolytique impliquant le dégagement de chlore à l'anode en présence de fer trivalent. Le dégagement de chlore peut s'effectuer à la surface d'une anode composée d'un composant permanent à métal valve activé catalytiquement couplé à un composant sacrificiel contenant du fer.

(قطب (إلكترود) للتقليل الكهروكيميائي للطلب على الأكسيجين الكيميائي للنفايات الصناعية)

الملخص

يتعلق الاختراع بطريقة لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي في نفايات مائية تحتوي على مركبات زيتية، وجليكولات، وشموع، وتتكون اختيارياً من نفايات مسابك، بواسطة عملية تحليل كهربي تشتمل على تصاعد كلور أنودي في وجود حديد ثلاثي التكافؤ. يمكن تنفيذ تصاعد الكلور على سطح مصعد يتكون من مكون دائم معدني صمامي منشَّط حفزياً مقترن بمكون افتدائي يحتوي على حديد.

(قطب (إلكترود) للتقليل الكهروكيميائي للطلب على الأكسيجين الكيميائي للنفايات الصناعية)

35918

01 DEC 2014

الوصف الكامل

المجال التقني

يتعلق الاختراع بطريقة كهروكيميائية لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي بواسطة نفايات مائية وبقطب (إلكترود) مناسب لها.

الخلفية التقنية

يتعلق الاختراع بطريقة كهروكيميائية لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي في بقايا مسابك أو نفايات صناعية أخرى تحتوي على مكونات لا مائية مثل مركبات زيتية، أو جليكولات، أو شموع، والتي تجعل المعالجة وثيقة الصلة صعبة وباهظة. تتطلب مياه ونفايات المسابك معالجات تهدف إلى تقليل الكمية الكبيرة من المواد العضوية المتراكمة أثناء خطوات العملية المختلفة لكي يتم السماح بإعادة استخدامها أو التخلص منها.

النفايات التقليدية لسباكة الألومنيوم، والتي تمثل إحدى أكثر الحالات الصناعية الشائعة تعقيداً، تتكون من ماء صنبور أو بئر ملوث بعوامل تحرير من القالب (مثل مركبات ألكيل أريل سيلوكسان، وشموع بولي إيثيلين معالجة بالإيثوكسي، ومائع هيدروليكي يتكون عادة من مخاليط جليكولات (على سبيل المثال، إيثيلين - بروبيلين جليكول)، عوامل مُستحلبة، زيوت معدنية بارافينية، زيوت تخليقية (على سبيل المثال زيوت أساسها إستر لحمض كربوكسيلي)، مضادات للرغوة (على سبيل المثال، تلك من نوع السيليكون)، مثبطات أكسدة (مثل أميد حمض

بوريك)، مبيدات حيوية، عوامل معقدة (مثل EDTA) إلى جانب جسيمات غبار ومتبقيات دهنية. لذلك يعد الطلب على الأكسجين الكيميائي (COD) لمتبقيات مسبك ليس فقط عالياً (له قيم معتادة 40000 حجم/ لتر ولكنه أيضاً مشتق من خليط معقد جداً من المكونات. لكي يتم خفض COD إلى قيم تسمح بإعادة استخدام تيار النفايات تلك كمادة عملية (أي قيم لا تزيد عن 1000 ويفضل أقل من 500 مجم/ مل أكسجين) فإنه يمكن استخدام توليفة من معالجات من أنواع مختلفة، مع سلسلة من العيوب المصاحبة. كما يمكن التأكد، من أن المعالجة بواسطة الانضغاط الحراري في مركزات مناسبة، والذي له ميزة أنه لا يتطلب استخدام طاقم مؤهل بشكل خاص لتشغيلها، ليست كافية لجعل COD تحت القيمة الحدِّية المطلوبة وهي تتأثر بشكل لا يمكن تفاديه بسحب مكونات مثل الهيدروكربونات، والجليكولات، والمنشطات السطحية في المتكثفات، مما يتطلب معالجة بعدية. بالإضافة إلى ذلك أو كبديل له، يمكن تنفيذ معالجة مشتركة من نزع الزيت، والترشيح الفائق، والتناضح العكسي والذي على العكس يجب إدارته بواسطة أفراد متمرسين خاصة في المرحلة الدقيقة للغاية لشطف الأغشية ذات الصلة. تعطى في الغالب توليفة من العمليات الطبيعية الكيميائية والبيولوجية نتائج جيدة ولكن يجعلها صعبة التنوع في تركيز الأنواع المكونة المراد معالجتها، إلى جانب اشتمالها على التداول المتكثف للمتفاعلات الكيميائية والحاجة إلى طاقم متخصص. تنطبق في النهاية جميع هذه المشاكل على معالجات الاكسدة الكيميائية بواسطة عامل Fenton ثم بواسطة الترشيح الفائق والتناضح العكسي، والتي بالرغم من هذا إذا تم إدارتها بدقة، يمكن أن توفر ماء عالي الجودة.

بالنسبة لبعض التطبيقات النوعية فإنه من المعروف أن المعالجات الكهروكيميائية للنفايات – الماء تكون جذابة في بعض الأحيان لبساطة العملية وللتكاليف المنافسة جداً، بحيث تؤخذ في الاعتبار، فعلى سبيل المثال يمكن تقليل معظم مكونات COD في نفاية المسبك بواسطة أكسدتها على سطح قطب (إلكترود) مستقطب (إلكترود) أنودياً، بعد الإضافة المحتملة لأملاح

إلى النفايات من أجل إضفاء موصلية كهربية كافية. من ناحية أخرى، فإن النفايات غير المعالجة تحتوي على أنواع ملوثات عرضية لتكوين أنواع قار وأوليجوميرات مما يؤدي إلى التلوث السريع لسطح القطب (إلكترود) وإخماد فعالية تبعاً لذلك. عند الرغبة في عمل محاولة لمعالجة كهروكيميائية على نفاية مسبك، فإن خطوة نزع زيت تمهيدية سوف تكون مطلوبة على الأقل، مما يقلل بشكل ملموس تنافسية العملية بالكامل.

لذلك فقد تم تحديد الحاجة إلى توفير طريقة لمعالجة نفايات مائية تشتمل على مركبات زيتية، أو جليكولات، أو شموع، وبالتحديد نفايات تأتي من معالجة المسابك، تتغلب على عدم ملائمات الفن السابق.

الكشف عن الاختراع

تم ذكر صور مختلفة للاختراع الحالي في عناصر الحماية المرفقة.

في إحدى الصور، يتعلق الاختراع بطريقة لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لماء – نفايات تحتوي على مركبات زيتية، أو جليكولات، أو شموع، تشتمل على خطوة التحلل الكهربي لماء – نفايات مع التصاعد الأنودي للكلور في وجود حديد ثلاثي التكافؤ. من المدهش أن المخترعين لاحظوا أنه يمكن إجراء الأكسدة الكهروكيميائية لنفايات نمطياً تكون لعمليات سباكة أو ما شابه بدون تلوث للأقطاب والخلايا المستخدمة بواسطة إضافة، حسب الضرورة، كمية مناسبة من أيونات الكلوريد إلى النفايات المراد معالجتها كمؤشر 1-10 جم/ لتر، مثلاً 3-5 جم/ لتر – أو بواسطة إضافة Fe (3)، بحيث يقترن التأثير المؤكسد للكلور النشط على سطح المصعد مع التأثير المروب للحديد ثلاثي التكافؤ، عندما يكون من الضروري منع تحلل المواد القابلة للتبلمر، مثل مركبات السيلوكسان إلى راسب مطاطي؛ وفي خطوة ثانية لاحقة، يمكن إجراء التحلل الكهربي بشكل مفيد في غياب الحديد. في هذه الحالة، قد ينصح

بتنفيذ خطوة رقود النفايات و/أو ترشيحها بين خطوتي التحليل الكهربي في وحدة مناسبة خارج خلية التحليل الكهربي. في أحد النماذج، فإنه بعد التحليل الكهربي الثاني للنفايات، يمكن إجراء خطوة تنقية نهائية بواسطة التناضح العكسي متى كان مطلوباً لخفض قيمة COD الخارجية إلى أقصى حد ولتقليل تركيز الملح، مما يحبذ إعادة تدوير الماء المطهر إلى العملية الأصلية. توفر الطريقة المفصح عنها نتائج تجريبية ممتازة مع أنواع مختلفة من نفايات المسابك وبصفة عامة مع مياه – نفايات تحتوي على مركبات سيلوكسان، شموع بولي إيثيلين، جليكولات، زيوت معدنية، زيوت تخليقية، مواد مضادة للرغوة سيليكونية، مواد مضادة للرغوة غير سيليكونية، منشطات سطحية (مواد خافضة للتوتر السطحي) EDTA، أو أميد لحمض بوريك.

وفي صورة أخرى، يتعلق الاختراع بقطب (إلكترود) مناسب بشكل خاص كمصعد للأكسدة الكهروكيميائية لمركبات عضوية في مياه – نفايات بهدف تقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لها، ويتكون من مكون دائم ومكون افتدائي متصل بحيث يمكن فصله عنه وبتلامس كهربي مع، وحيث يشتمل المكون الدائم على ركيزة من معدن صافي، على سبيل المثال، تيتانيوم، اختيارياً في سبيكة وغلاف حفزي يحتوي على فلزات نبيلة أو أكاسيد لها، على سبيل المثال أكاسيد روثينيوم و/أو تنتاليوم ومكون افتدائي يحتوي على حديد عنصري. لهذا ميزة السماح بإجراء التحليل الكهربي بدون إضافة خارجية لأملاح حديد ثلاثي التكافؤ، ويتم الحصول على الكمية المطلوبة من الحديد بواسطة الإذابة بالتحليل الكهربي للمكون الافتدائي، الذي يطلق في المحلول الصورة ثلاثية التكافؤ في وجود الكلور النشط. يسمح كذلك المكون الافتدائي القابل للإطلاق بالإجراء السهل للتحليل الكهربي على مرحلتين، مع خطوة اختيارية لترشيح و/أو ترقيد المكونات الزيتية و/أو الشمعية المروبة فيما بينها، مما يزيلها قبل خطوة التحليل الكهربي الثانية. يتم في هذا الطلب استخدام المصطلح الكهربي الثانية. يتم في هذا الطلب استخدام المصطلح "موصل بحيث يمكن إزالته" للإشارة إلى أن المكون الافتدائي عبارة

عن قطعة منفصلة مقترنة بالمكون الدائم بواسطة التثبيت الميكانيكي ومهيأة لكي يمكن فصلها بشكل مقصود بواسطة عملية يدوية بسيطة؛ وفي أحد النماذج يتكون المكون الافتدائي من شبكة معدنية أو سلك مثبت بخطاف بالمكون الدائم، مثلاً معلق في الجانب العلوي له.

في أحد النماذج، يكون المكون الافتدائي بشكل رئيسي ممتداً بشكل مشترك مع المكون الدائم وموصل به بحيث يمكن إزالته في هيئة وجهاً لوجه. تحت صورة أخرى يتعلق الاختراع بنظام كهروكيميائي لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لمياه – نفايات صناعية يشتمل على خلية تحليل كهربي إما غير منفصلة أو مقسمة فرعياً إلى حجرتين بواسطة فاصل، وتحتوي على قطب (إلكترود) كما هو مذكور من قبل يعمل كمصد وقطب (إلكترود) من معدن صمامي أو صلب يعمل كمهبط. في نموذج بديل، يتعلق الاختراع بنظام كهرومغنطيسي لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لمياه – فنايات صناعية يشتمل على خلية تحليل كهربي، إما غير منفصلة أو مقسمة إلى حجيرتين بواسطة فاصل تحتوي على قطب (إلكترود)ين كما هو مذكور من قبل، وكل منهما يتم استقطابه بشكل متناوب كمصعد وكمهبط على نترات زمنية دورية. لهذا ميزة إلغاء أو التقليل بقوة للتلوث الممكن بواسطة القشور الجيرية للقطب (إلكترود) أثناء الدورة المهبطية مما يسمح بإذابتها أثناء الدورة التالية من التشغيل المصعدي. في أحد النماذج، يشتمل النظام الكهروكيميائي على وحدة ترقيد و/أو ترشيح متصلة هيدروليكياً بالخلية الكهروكيميائية. في أحد النماذج، يشتمل النظام الكهروكيميائي على وحدة تناضح عكسي بعد الخلية الكهروكيميائية.

الوصف التفصيلي للاختراع

تم توضيح بعض النتائج الأكثر تأثيراً بواسطة المخترعين في الأمثلة التالية، والتي لا تهدف أن تحد مدى الاختراع.

مثال (1)

تمت إضافة 4 لتر من نفايات مسبك لها COD= 38700 مجم/ لتر أكسجين (مكتشف بواسطة مطياف مع طاقم مناسب)، تتكون من أكثر قليلاً من 90% بالحجم ماء صنبور له متوسط عسر إجمالي 32°F ويحتوي على 0.15% بالحجم مركبات ألكيل أريل سيلوكسان، و0.06% بالحجم شموع بولي إيثيلين معالجة بالإيثوكسي، وكميات صغيرة من الملوثات التالية:

- عوامل مستحلبة غير أيونية وأنيونية.
- إيثيلين/ بروبيلين جليكول.
- زيت معدني بارافيني عالي اللزوجة (ISO VG 460).
- زيت تخليقي أساسه إستر لحمض كربوكسيلي.
- مضاد رغوة سيليكوني.
- أميد لحمض بوريك.
- مثبطات بكتيريا.
- EDTA.
- قاذورات مسابك تقليدية (تراب سبيكة ألومنيوم، دهون، تراب بيئي).

إلى 4 جم/ لتر NaCl و1 جم/ لتر $Fe_2(SO_4)_3$ وتمت التغذية بها إلى خلية كهروكيميائية تشتمل على مصعد يتكون من لوح تيتانيوم 114سم^2 منشط بواسطة خلية من أكاسيد روثينيوم وإيريديوم وتيتانيوم، ومهبط يتكون من شبكة تيتانيوم غير منشط لها نفس الحجم وفاصل يتكون من شبكة بولي بروبيلين بسمك 0.2 مم مع فجوة بين المصعد والمهبط 1 مم. تم تشغيل الخلية عند كثافة تيار 500 أمبير/ م^2، وتمت إعادة تدوير الإلكتروليت بمعدل تدفق ثابت 400 لتر/ ساعة. تم إجراء المعالجة مع مراقبة مستويات COD والكلوريد، وتم إبقاء مستوى الأخير فوق 1

جم/ لتر بواسطة الإضافات اللاحقة لملح (كل 20 ساعة تقريباً). تم وقف الاختبار بعد 130 ساعة، عندما تم الحصول على قيمة COD حوالي 900 مجم/ لتر أكسجين، مما أوضح عدم وجود ميل للمزيد من النقص، في حين أن جهد الخلية الذي قد ظل حتى ذلك ثابتاً عند قيمة 7.4 ڤولت بدأ في الزيادة بمقدار بسيط.

بعد تفكيك الخلية، أظهرت تلوث متناغم لسطح المهبط وانسداد جزئي للفاصل.

مثال (2)

تم تكرار اختبار مثال (1) باستخدام نفس النفاية مضافاً إليها كلوريد صوديوم وكبريتات حديديك كما سبق، في خلية كهروكيميائية مكافئة فيما عدا أنها اشتملت على قطب (إلكترود)ين متطابقين، كل منهما يتكون من لوح تيتانيوم 114سم^2 منشط بواسطة خليط من أكاسيد روثينيوم وإيريديوم وتيتانيوم، وأحدهما يعمل كمصعد والآخر كمهبط. تم عكس قطب (إلكترود)ية القطب (إلكترود) كل 60 دقيقة. تم وقف الاختبار بعد 150 ساعة عند الحصول على قيمة COD حوالي 700 مجم/ لتر أكسجين، مما أوضح عدم وجود ميل لمزيد من النقص. ظل جهد الخلية ثابتاً عند 7.4 ڤولت أثناء الاختبار بالكامل.

بعد تفككها أظهرت الخلية تلوثاً طفيفاً للأقطاب وانسداد جزئي للفاصل.

مثال (3)

تم تكرار اختبار مثال (3) بنفس النفايات ولكن بدون إضافة خارجية لكبريتات الحديديك، في خلية كهروكيميائية مكافئة فيما عدا أن القطب (إلكترود)ين كل منهما تم الحصول عليه من لوح تيتانيوم 114سم^2 منشط بواسطة خليط من أكاسيد روثينيوم وإيريديوم وتيتانيوم وكان له شبكة حديدية لينة ذات ثقوب واسعة مثبتة فيه بواسطة التثبيت بخطاطيف في الحافة العليا

للوح. ثم عكس قطب (إلكترود)ية القطب (إلكترود) كل 60 دقيقة. تم وقف الاختبار بعد 4 ساعات، بعدها تم نزع الشبكات الحديدية من ألواح التيتانيوم المنشطة وتم إخضاع النفايات للترشيح. بعد ذلك تم استئناف المعالجة الكهروكيميائية واستمرت لمدة 63 ساعة أخرى، وباستخدام جهد خلية 7.3 ڤولت، تم اكتشاف COD متبقي 140 مجم/ لتر أكسجين، وتناقص بعد ذلك إلى 21 مجم/ لتر أكسجين بعد الوصول إلى 200 ساعة من المعالجة الإجمالية.

بعد تفكيكها، أظهرت الخلية تلوث طفيف للأقطاب وانسداد يمكن إغفاله للفاصل.

مثال نظير (1)

تم تكرار اختبار مثال (2) بنفس النفاية في خلية كهروكيميائية مكافئة، بدون إضافة خارجية لكبريتات الحديديك. تم وقف الاختبار بعد 110 ساعة عندما تم الحصول على جهد خلية بقيمة 8 ڤولت من جهد ابتدائي 7.35 ڤولت، مع COD متبقي أعلى قليلاً من 900 مجم/ لتر أكسجين.

بعد تفكيكها أظهرت الخلية غلاف مطاطي رمادي اللون على سطح المصعد، من المستحيل إزالته ميكانيكياً بدون إتلاف التنشيط الحفزي، إلى جانب تلوث متناغم لسطح المهبط وللفاصل. كذلك فإن جدران الخلية التي ظلت نظيفة بعد الاختبارات السابقة، أظهرت حدوث غلاف مطاطي رمادي اللون.

لا يجب اعتبار الوصف السابق قيداً على الاختراع، والذي يمكن استخدامه وفقاً لنماذج مختلفة بدون الابتعاد عن مجالاته، وأن مداه محدد فقط بواسطة عناصر الحماية المرفقة.

خلال الوصف وعناصر الحماية للطلب الحالي، فإن المصطلح "يشتمل" ومترادفاته مثل

"مشتمل" و"يشتمل على" لا تهدف لاستبعاد وجود عناصر أو مكونات أخرى أو خطوات عملية إضافية.

تم تضمين مناقشة الوثائق، والأفعال، والمواد، والأجهزة والمنتجات وما شابه في هذه المواصفة فقط بغرض توفير سياق الاختراع الحالي. لا يقترح ولا يمثل أياً من هذه الموضوعات أو جميعها التي تكون جزءاً من قاعدة الفن السابق أو كانت معرفة عامة شائعة في المجال وثيق الصلة للاختراع الحالي قبل تاريخ أسبقية كل عنصر حماية لهذا الطلب.

عناصر الحماية

1- قطب (إلكترود) مناسب لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لماء - نفايات، ويشتمل على:

(أ) مكون دائم؛

(ب) مكون ذوّاب موضوع وجهاً لوجه وموصل بحيث يمكن إزالته بالمكون الدائم وفي تلامس كهربي معه،

ويتكون المكون الدائم المذكور من ركيزة من معدن صمامي مزودة بغلاف حفزي يحتوي على معادن نفيسة أو أكاسيد لها، ويحتوي المكون الذوّاب المذكور على حديد عنصري.

2- القطب (إلكترود) وفقاً لعنصر الحماية (1)، حيث يتكون المكون الذوّاب المذكور من شبكة معدنية أو سلك معدني مثبت بخطاف بالمكون الدائم المذكور.

3- القطب (إلكترود) وفقاً لعنصر الحماية (1) أو عنصر الحماية (2)، حيث يمتد المكون الذوّاب المذكور بشكل مشترك مع المكون الدائم المذكور.

4- القطب (إلكترود) وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة حيث يحتوي الغلاف الحفزي المذكور على أكاسيد روثينيوم و/أو إيريديوم في خليط مع أكاسيد تيتانيوم و/أو تنتاليوم.

5- نظام كهروكيميائي لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لمياه - نفايات صناعية يشتمل على خلية تحليل كهربي تحتوي على القطب (إلكترود) وفقاً

لأي من عناصر الحماية السابقة يعمل كمصعد وقطب (إلكترود) من معدن صمامي أو صلب يعمل كمهبط.

6- النظام الكهروكيميائي لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لماء نفايات صناعي، حيث يشتمل على خلية تحليل كهربي تحتوي على زوج من الأقطاب وفقاً لأي واحد من عناصر الحماية (1-4)، وكل منهما يتم استقطابه بالتناوب كمصعد وكمهبط.

7- النظام وفقاً لعنصر الحماية (5) أو عنصر الحماية (6)، يشتمل على وحدة ترقيد و/أو ترشيح متصلة هيدروليكياً بخلية التحليل الكهربي المذكورة.

8- النظام وفقاً لأي من عناصر الحماية (5-7)، يشتمل على وحدة تناضح عكسي بعد خلية التحليل الكهربي المذكورة.

9- طريقة لتقليل الطلب على الأكسجين الكيميائي لماء - نفايات تحتوي على مركبات زيتية، أو جليكولات، أو شموع، تشتمل على خطوة للتحليل الكهربي للماء - النفايات مع التصاعد الأنودي للكلور في وجود حديد ثلاثي التكافؤ. وتشتمل هذه الطريقة على الخطوات التتابعية الآتية:

(أ) الإضافة الاختيارية لأملاح إلى الماء - ا لنفايات حتى الوصول إلى تركيز أيون كلوريد 1-10 جم/ لتر؛

(ب) التحليل الكهربي الابتدائي للماء - النفايات في خلية التحليل الكهربي المذكورة للنظام الكهروكيميائي وفقاً لعنصر الحماية (5) أو عنصر الحماية (6)، مع تصاعد الكلور على سطح المكون الدائم المذكور والإذابة الجزئية للمكون الذوّاب المذكور؛

(د) التحليل الكهربي الثانوي للماء – ا لنفايات في خلية التحليل الكهربي المذكورة للنظام الكهروكيميائي بعد تحرير المكون الذوَّاب للقطب (إلكترود) المذكور.

10- الطريقة وفق عنصر الحماية (9)، حيث يشتمل النظام الكهروكيميائي المستخدم في الخطوة (ب) على وحدة ترقيد و/أو ترشيح متصلة هيدروليكياً بخلية التحليل الكهربائي المذكورة، وحيث تشتمل الطريقة المذكورة على الخطوة الآتية بين الخطوتين (ب)، و(د).

(ج) التنقية الأولية لماء النفاية الخارج من عملية التحليل الكهربائي الأوليِّ في وحدة الترقيد و/أو الترشيح المذكورة.

11- الطريقة وفق عنصر الحماية (10)، حيث يشتمل النظام الكهروكيميائي المستخدم في الخطوة (ب) على وحدة تناضح عكسي قبل خلية التحليل الكهربائي المذكورة، وحيث تشتمل الطريقة المذكورة على الخطوة الآتية بعد الخطوة (د):

(هـ) التنقية النهائية لماء النفاية الخارج من عملية التحليل الكهربائي الثانوي في وحدة التناضح العكسي المذكورة.

12- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية (9-11)، حيث يكون الماء – النفايات المذكورة عبارة عن متبقيات مسابك.

13- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية (9-12)، حيث يحتوي الماء – النفايات المذكورة على مكون واحد أو أكثر يتم اختياره من مجموعة تتكون من مركبات سيلوكسان، شموع بولي إيثيلين، جليكولات، زيوت معدنية،

زيوت تخليقية، مضادات رغوة سيليكونية، مضادات رغوة غير سيليكونية، منشطات سطحية (مواد خافضة للتوتر السطحي)، EDTA، وأميدات لحمض بوريك.