

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine gasentwickelnde Metallelektrode für elektrochemische Prozesse, insbesondere beschichtete Titananode für Amalgam-Zellen, bestehend aus in einer horizontalen Ebene im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Stäben, deren Oberflächen die arbeitende Fläche der Elektrode bilden und die einen Querschnitt haben, dessen Erstreckung senkrecht zur Ebene größer ist als parallel dazu.

Gasentwickelnde, horizontal angeordnete Metallelektroden, im Regelfall die Anode, der eine ebenfalls horizontal angeordnete Gegenelektrode, im Regelfall die Kathode, gegengeordnet ist, müssen mehrere Kriterien erfüllen.

Das erste Kriterium besteht in dem Erfordernis, möglichst schnell das an der Anode entwickelte Gas abzuführen. Hierfür muß die Anode eine in der horizontalen Anordnungsebene befindliche freie Fläche, d. h. Unterbrechungen oder dergleichen, besitzen, durch die das an der Unterseite der Anode sich entwickelnde Gas nach oben hin entweichen kann. Diese freie Fläche der Anode soll möglichst groß sein. Nach Erfahrungswerten soll diese freie Fläche $\geq$ ca. 33% der projizierten Fläche der Anode, die gebildet ist durch die Länge mal der Breite der von der Anode in der horizontalen Ebene eingenommenen Fläche, sein. Nachdem die bei Lochblechen, Streckmetallgittern oder dergleichen erzielbaren Durchbrechungen, die die freie Fläche bilden, durch die das Gas abgeführt werden kann, ungenügend für diesen Zweck sind, ist man zu im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Stäben übergegangen, deren Oberfläche die arbeitende Fläche der Elektrode bilden.

Bei Stäben mit Kanten aufweisenden Profilen, wie z. B. Rechteck- oder Dreieckprofilen, wurde gefunden, daß an den Kanten ein erhöhter Verschleiß der Beschichtung der Stäbe auftrat. Als zweites Kriterium ist deshalb die Maßnahme anzusehen, ein Stabprofil zu verwenden, das keine scharfen Kanten aufweist. Unter Berücksichtigung auch dieser Bedingung ist man zu Stäben mit Kreisquerschnitt übergegangen.

Neben diesen beiden wesentlichen Kriterien müssen noch weitere Bedingungen eingehalten werden.

Eine dieser weiteren Bedingungen besteht darin, daß die arbeitende Fläche der Anode möglichst nahe an der Kathode liegen muß. Je weiter die arbeitende Fläche der Anode von der Kathode entfernt ist, desto größer ist die Zellenspannung und damit der zur Erzeugung des gewünschten Produkts benötigte Energiebedarf. Da die Chloralkalielektrolyse nach dem Amalgamverfahren mit einer Quecksilberkathode arbeitet, die aufgrund dieses Werkstoffes nicht voll formstabil sein kann und bei einem eventuellen Kurzschluß, der durch ein Verformen der Kathode und einer dadurch herbeigeführten Berührung mit der Anode entsteht, aufgrund der bei diesem Verfahren hohen Stromdichten schwere Schäden an der Anode entstehen, wird im wesentlichen mit einem Anoden-Kathoden-Abstand von 3 mm, abhängig von der Stromdichte und von sonstigen Gegebenheiten, wie Überwachungsmöglichkeiten usw., gearbeitet. Da der Anteil der Fläche der Anode, die parallel zur Kathode verläuft, möglichst klein sein soll, damit die freie Fläche zum Abführen des Gases möglichst groß ist, muß sich ein Anteil der arbeitenden Fläche senkrecht zur Ebene der Anode erstrecken. Nach Erfahrungswerten soll die Differenz zwischen dem nächsten und entferntesten Punkt der arbeitenden Fläche in bezug auf die Kathode maximal 2,0 mm betragen. In diesem Bereich muß demnach in erster Linie die Beschichtung auf den Träger, d. h. die Stäbe oder dergleichen, aufgebracht sein.

Ein weiteres Kriterium besteht darin, daß der Anteil der arbeitenden Fläche der Anode, der aus Sicht der Kathode im Stromschatten liegt, möglichst klein sein soll. Hieraus resultiert, daß für den Anteil der arbeitenden Fläche, der senkrecht zur Anodenebene verläuft, neben dem oben erläuterten Grenzwert von 2,0 mm als weiterer Grenzwert der Radius der Rundstäbe berücksichtigt werden muß.

Ferner ist zu bedenken, daß der Verschleiß der Beschichtung bzw. des Coatings auch sehr stark von der wahren Stromdichte abhängt. Es ist deshalb erforderlich, für eine durch die Zellenabmessungen vorgegebene Kathodenfläche eine möglichst große arbeitende Anodenfläche zu erhalten. Die sogenannte projizierte Anodenfläche ist durch die Anodenlänge und -breite gegeben. Sie ist in den meisten Fällen anwenderseitig vorgegeben und daher nur wenig beeinflussbar. Die projizierte Fläche sagt aber nur sehr wenig über die Größe der arbeitenden Fläche der Anode und damit über die wahre Stromdichte aus. Anzustreben ist jedoch auf jeden Fall ein Verhältnis von arbeitender Fläche F_A zu projizierter Fläche $F \geq 1$.

Die bekannten Metallelektroden bzw. Anoden der angesprochenen Art erfüllen die herausgearbeiteten Kriterien nur teilweise.

Bei den bekannten Anoden mit Rundstäben ist zwar im Gegensatz zu Stäben mit Kanten aufweisenden Profilen ein vorzeitiger Verschleiß des Coatings vermieden, jedoch weisen die Rundstäbe die Nachteile auf, daß der im wesentlichen senkrecht zur Anodenebene bzw. parallel zur Hauptfließrichtung des elektrischen Stroms liegende Anteil der arbeitenden Fläche der Anode relativ klein, hingegen der aus Sicht der Kathode im Stromschatten liegende und damit nicht oder nicht voll ausgenutzte Anteil der arbeitenden Fläche der Anode relativ groß ist und darüber hinaus das Verhältnis zwischen freier und projizierter Fläche der Anode ungünstig ist mit der Folge einer ungenügenden Abfuhr des entwickelten Gases.

Bei den bekannten Elektroden bzw. Anoden der vorausgesetzten Art, bei denen die Stäbe einen

Rechteckquerschnitt haben, dessen senkrecht zur Anordnungsebene der Stäbe verlaufende Höhe größer ist als die parallel zu dieser Ebene gerichtete Breite, weisen in erster Linie den Nachteil auf, daß an den Kanten die Beschichtung schnell verschleißt und damit die Lebensdauer derartiger Elektroden gering ist.

Die GB-A-1 068 992, Fig. 4b, zeigt eine einschlägige Anode aus U-förmigen Profilplatten. Zwar liegt dieser Anode die Aufgabe zugrunde, aufgrund einer möglichst großen freien Fläche die Gasabfuhr zu verbessern, jedoch ist es zur Erzielung einer hohen Stromdichte erforderlich, die Profilplatten relativ nahe zueinander anzuordnen, weil der Querschnitt der einzelnen Profilplatten aufgrund der angestrebten geringen Breite relativ klein ist, wodurch die Gasabfuhr wieder verschlechtert wird.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, eine Elektrode der vorausgesetzten Art dahingehend weiterzubilden, daß sie die geschilderten Bedingungen besser erfüllt als die bekannten Anordnungen und trotzdem einfach und billig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Metallelektrode der im Oberbegriff des Anspruchs 1 vorausgesetzten Art dadurch gelöst, daß die Stäbe jeweils einen Voll-Querschnitt mit der Form eines Ovals aufweisen, der aus einem Rechteck, dessen Breitseite parallel zur Ebene verläuft, und zwei Segmenten zusammengesetzt ist, deren Sehnenlänge der Breitseite des Rechtecks entspricht und die sich jeweils mit ihrer Sehne an einer Breitseite des Rechtecks anschließen.

Die erfindungsgemäße Ausbildung der Stäbe mit einem Querschnitt in Art eines Ovals gewährleistet eine Vergrößerung des Abstandes zwischen den einzelnen Stäben und damit eine Vergrößerung der freien Fläche der Anode mit der Folge einer gegenüber Anoden mit Rundstäben verbesserten Ableitung des an der Anode während des Betriebs erzeugten Gases. Die erfindungsgemäße Anode ist deshalb speziell für mit relativ hohen Strömen arbeitenden Amalgam-Zellen und damit hohen Stromdichten geeignet, da die bei erhöhten Stromdichten ebenfalls vergrößerte Gasentwicklung beherrschbar wird.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist gegenüber den Rundstäben zugleich der senkrecht zur Anordnungsebene der Stäbe verlaufende Anteil der arbeitenden Fläche erhöht und ferner der aus der Sicht der Kathode im Stromschatten liegende Anteil der arbeitenden Fläche verkleinert.

Gegenüber den Stäben mit rechteckigem Querschnitt aufweisenden Elektroden weist die erfindungsgemäße Ausbildung der Stäbe den Vorteil auf, daß diese keine derartigen Kanten besitzen, die einen erhöhten Verschleiß der Beschichtung bedingen.

Der erfindungsgemäße Querschnitt läßt sich einfach, ausgehend von einem Rundmaterial, z. B. durch einen Zieh- oder Walzvorgang, erzeugen.

Zweckmäßige Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes ergeben sich aus den übrigen Ansprüchen.

So ergibt sich eine besonders einfache Herstellbarkeit des erfindungsgemäßen Profils dann, wenn das Segment des Querschnitts der Stäbe ein Kreissegment ist. In diesem Fall muß nämlich das Rundmaterial nur an zwei gegenüberliegenden Seiten abgeplattet werden.

Erfahrungen haben gezeigt, daß für das erfindungsgemäße Ovalprofil folgende Bemessungsgrenzen von Vorteil sind:

- Höhe h_R des Rechtecks des Querschnitts $\geq 1,0$ mm
- Breite s des Stabs $3,00 \text{ mm} \leq s \leq 5,55 \text{ mm}$
- Radius r des Kreissegments $1,62 \text{ mm} \leq r \leq 5,55 \text{ mm}$

Ein besonders augenscheinlicher Vergleich der Bemessungsregeln zwischen Rundstäben und Stäben mit dem erfindungsgemäßen Profil ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

	Rundmaterial	»Oval«profil
Drahtradius [mm]	$1,314 \leq r \leq 2,1525$	$1,625 \leq r \leq 5,55$
Stabbreite [mm]	$2,628 \leq s \leq 4,305$	$3,0 \leq s \leq 5,55$
Spaltbreite [mm]	$1,5 \leq s_p \leq 2,283$	$1,5 \leq s_p \leq 3,34$
Freie Fläche [%]	$33,33 \leq F_{\text{frei}} \leq 36,34$	$33,33 \leq F_{\text{frei}} \leq 52,68$
Flächenfaktor [1]	$1,0 \leq F_{A/P} \leq 1,047$	$1,0 \leq F_{A/P} \leq 1,408$

Wie sich aus der obigen Gegenüberstellung ergibt, bietet das erfindungsgemäße Profil gegenüber den bekannten Elektrodenanordnungen, insbesondere mit Rundstäben, in den für den Elektrolysebetrieb entscheidenden Kriterien betreffend den Flächenfaktor, die freie Fläche und die Spaltbreite

wesentliche Vorteile.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Profils ist in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt: Fig. 1 eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Anode und Fig. 2 die Einzelheit X gemäß Fig. 1.

5 Wie sich aus Fig. 1 ergibt, besteht die erfindungsgemäße Metallelektrode aus in einer horizontalen Ebene im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Stäben 1. Diese Stäbe 1 sind sowohl mechanisch als auch elektrisch mit Stromzuleitungsschienen 2 verbunden, die im Abstand und parallel zueinander und senkrecht zu den Stäben auf deren Oberseite angeordnet sind. Die Stromzuleitungsschienen 2 sind entweder unmittelbar oder über Kreuzschienen 3 mit einem Stromzuleitungsbolzen 4 elektrisch leitend und gegebenenfalls auch mechanisch verbunden.

10 Der Querschnitt der Stäbe 1 und deren Anordnung in der horizontalen Anordnungsebene ergeben sich am besten aus der Fig. 2. Danach ist der Querschnitt der Stäbe 1 aus einem Rechteck 1a, dessen Höhe h_R senkrecht zur Anordnungsebene der Stäbe verläuft, und zwei Segmenten 1b zusammengesetzt, deren Sehne der Breite des Rechtecks entspricht und die sich mit ihrer Sehne an der jeweiligen Breitseite des Rechtecks 1a anschließen. Die Segmente 1b sind bevorzugt Kreissegmente mit einem Radius r .

Wie sich ferner aus der Fig. 2 ergibt, weisen die Stäbe 1 eine Stabbreite s auf und sind im Abstand einer Spaltbreite s_p zueinander angeordnet.

20

Patentansprüche

1. Gasentwickelnde Metallelektrode für elektrochemische Prozesse, insbesondere beschichtete Titananode für Amalgam-Zellen, bestehend aus in einer horizontalen Ebene im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Stäben, deren Oberflächen die arbeitende Fläche der Elektrode bilden und die einen Querschnitt haben, dessen Erstreckung senkrecht zur Ebene größer ist als parallel dazu, dadurch gekennzeichnet, daß die Stäbe (1) jeweils einen Voll-Querschnitt mit der Form eines Ovals aufweisen, der aus einem Rechteck (1a), dessen Breitseite parallel zur Ebene verläuft, und zwei Segmenten (1b) zusammengesetzt ist, deren Sehnenlänge der Breitseite des Rechtecks (1a) entspricht und die sich jeweils mit ihrer Sehne an einer Breitseite des Rechtecks (1a) anschließen.

2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Segment (1b) ein Kreissegment ist.

3. Elektrode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht zur Ebene verlaufende Höhe (h_R) des Rechtecks mindestens 1,0 mm ist.

4. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breitseite s des Stabs $3,00 \text{ mm} \leq s \leq 5,55 \text{ mm}$ ist.

5. Elektrode nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius r des Kreissegments $1,62 \text{ mm} \leq r \leq 5,55 \text{ mm}$ ist.

40

Claims

A gas-generating metal electrode for electrochemical processes, in particular a coated titanium anode for amalgam cells, consisting of rods arranged in one horizontal plane in spaced and parallel relationship to each other, the surfaces of which rods form the working face of the electrode and have a cross-section whose dimension at right angles to the plane is greater than that parallel thereto, characterized in that the rods (1) each have a solid cross-section of oval shape, which consists of a rectangle (1a), whose long side extends parallel to the plane, and of two segments (1b), the length of whose chord corresponds to the long side of the rectangle (1a), the chord of each segment adjoining a long side of the rectangle (1a).

2. An electrode according to Claim 1, characterized in that the segment (1b) is a segment of a circle.

3. An electrode according to Claim 1 or 2, characterized in that the vertical dimension (h_R) of the rectangle at right angles to the plane is at least 1.0 mm.

4. An electrode according to any one of the preceding Claims, characterized in that the long side s of the rod is $3.00 \text{ mm} \leq s \leq 5.55 \text{ mm}$.

5. An electrode according to any one of Claims 2 to 4, characterized in that the radius r of the segment of a circle is $1.62 \text{ mm} \leq r \leq 5.55 \text{ mm}$.

Revendications

60

1. Electrode métallique génératrice de gaz pour des procédés électrochimiques, notamment anode en titane recouverte d'un revêtement pour des cellules en amalgame, constituée par des tiges qui sont disposées parallèlement à une certaine distance les unes des autres dans un plan horizontal et dont les surfaces forment la surface active de l'électrode et qui présentent une section dont l'étendue verticale par rapport au plan horizontal est plus importante que l'étendue parallèle à ce plan, caractérisée en ce

65

wesentliche Vorteile.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Profils ist in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt: Fig. 1 eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Anode und Fig. 2 die Einzelheit X gemäß Fig. 1.

Wie sich aus Fig. 1 ergibt, besteht die erfindungsgemäße Metallelektrode aus in einer horizontalen Ebene im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Stäben 1. Diese Stäbe 1 sind sowohl mechanisch als auch elektrisch mit Stromzuleitungsschienen 2 verbunden, die im Abstand und parallel zueinander und senkrecht zu den Stäben auf deren Oberseite angeordnet sind. Die Stromzuleitungsschienen 2 sind entweder unmittelbar oder über Kreuzschienen 3 mit einem Stromzuleitungsbolzen 4 elektrisch leitend und gegebenenfalls auch mechanisch verbunden.

Der Querschnitt der Stäbe 1 und deren Anordnung in der horizontalen Anordnungsebene ergeben sich am besten aus der Fig. 2. Danach ist der Querschnitt der Stäbe 1 aus einem Rechteck 1a, dessen Höhe h_R senkrecht zur Anordnungsebene der Stäbe verläuft, und zwei Segmenten 1b zusammengesetzt, deren Sehne der Breite des Rechtecks entspricht und die sich mit ihrer Sehne an der jeweiligen Breitseite des Rechtecks 1a anschließen. Die Segmente 1b sind bevorzugt Kreissegmente mit einem Radius r .

Wie sich ferner aus der Fig. 2 ergibt, weisen die Stäbe 1 eine Stabbreite s auf und sind im Abstand einer Spaltbreite s_p zueinander angeordnet.

Patentansprüche

1. Gasentwickelnde Metallelektrode für elektrochemische Prozesse, insbesondere beschichtete Titananode für Amalgam-Zellen, bestehend aus in einer horizontalen Ebene im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Stäben, deren Oberflächen die arbeitende Fläche der Elektrode bilden und die einen Querschnitt haben, dessen Erstreckung senkrecht zur Ebene größer ist als parallel dazu, dadurch gekennzeichnet, daß die Stäbe (1) jeweils einen Voll-Querschnitt mit der Form eines Ovals aufweisen, der aus einem Rechteck (1a), dessen Breitseite parallel zur Ebene verläuft, und zwei Segmenten (1b) zusammengesetzt ist, deren Sehnenlänge der Breitseite des Rechtecks (1a) entspricht und die sich jeweils mit ihrer Sehne an einer Breitseite des Rechtecks (1a) anschließen.

2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Segment (1b) ein Kreissegment ist.

3. Elektrode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht zur Ebene verlaufende Höhe (h_R) des Rechtecks mindestens 1,0 mm ist.

4. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breitseite s des Stabs $3,00 \text{ mm} \leq s \leq 5,55 \text{ mm}$ ist.

5. Elektrode nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius r des Kreissegments $1,62 \text{ mm} \leq r \leq 5,55 \text{ mm}$ ist.

Claims

A gas-generating metal electrode for electrochemical processes, in particular a coated titanium anode for amalgam cells, consisting of rods arranged in one horizontal plane in spaced and parallel relationship to each other, the surfaces of which rods form the working face of the electrode and have a cross-section whose dimension at right angles to the plane is greater than that parallel thereto, characterized in that the rods (1) each have a solid cross-section of oval shape, which consists of a rectangle (1a), whose long side extends parallel to the plane, and of two segments (1b), the length of whose chord corresponds to the long side of the rectangle (1a), the chord of each segment adjoining a long side of the rectangle (1a).

2. An electrode according to Claim 1, characterized in that the segment (1b) is a segment of a circle.

3. An electrode according to Claim 1 or 2, characterized in that the vertical dimension (h_R) of the rectangle at right angles to the plane is at least 1.0 mm.

4. An electrode according to any one of the preceding Claims, characterized in that the long side s of the rod is $3.00 \text{ mm} \leq s \leq 5.55 \text{ mm}$.

5. An electrode according to any one of Claims 2 to 4, characterized in that the radius r of the segment of a circle is $1.62 \text{ mm} \leq r \leq 5.55 \text{ mm}$.

Revendications

1. Electrode métallique génératrice de gaz pour des procédés électrochimiques, notamment anode en titane recouverte d'un revêtement pour des cellules en amalgame, constituée par des tiges qui sont disposées parallèlement à une certaine distance les unes des autres dans un plan horizontal et dont les surfaces forment la surface active de l'électrode et qui présentent une section dont l'étendue verticale par rapport au plan horizontal est plus importante que l'étendue parallèle à ce plan, caractérisée en ce



que les tiges (1) ont chacune une section pleine ayant la forme d'un ovale composé d'un rectangle (1a), dont le côté constituant la largeur est parallèle au plan horizontal, et de deux secteurs (1b), dont les cordes ont une longueur correspondant au côté constituant la largeur du rectangle (1a) et qui se raccordent, chacun par sa corde, à un côté constituant la largeur du rectangle (1a).

2. Electrode selon la revendication 1, caractérisée en ce que le secteur (1b) est un secteur circulaire.

3. Electrode selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que la hauteur (h_R) du rectangle orientée perpendiculairement au plan horizontal est d'au moins 1,0 mm.

4. Electrode selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la largeur s du côté de la tige est telle que $3,00 \text{ mm} \leq s \leq 5,55 \text{ mm}$.

5. Electrode selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que le rayon r du segment circulaire est tel que $1,62 \text{ mm} \leq r \leq 5,55 \text{ mm}$.

45

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

