



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: C 22 B 21/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENT A5

11

638 565

21 Gesuchsnummer: 11914/78

73 Inhaber:
Schweizerische Aluminium AG, Chippis,
Zustelladresse, Neuhausen am Rheinfall

22 Anmeldungsdatum: 21.11.1978

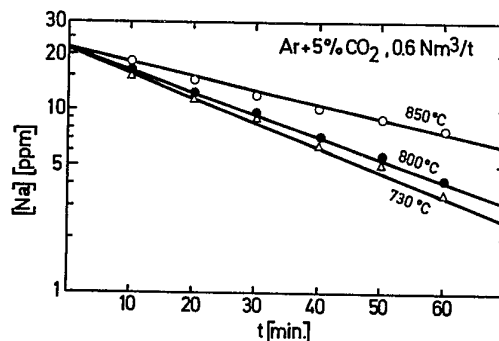
24 Patent erteilt: 30.09.1983

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.09.1983

72 Erfinder:
Jean-Daniel Bornand, Sierre

54 Verfahren zur Reinigung von Aluminiumschmelzen.

57 Bei der Optimierung konventioneller Spülgasbehandlungsmethoden für Aluminiumschmelzen hat sich überraschenderweise eine negative Temperaturabhängigkeit bei der Verwendung von Gemischen aus Edelgasen mit Kohlendioxid gezeigt. Ebenso hat es sich als unzweckmässig erwiesen, höhere Konzentrationen von Kohlendioxid als 10 Volumenprozent einzusetzen. Es wird daher vorgeschlagen, bei einer Temperatur von 730 bis 780°C ein Gasgemisch bestehend aus mindestens einem Inertgas als Träger und 4 bis 10 Volumenprozenten Kohlendioxid in einem Verhältnis von 0.4 bis 1.0 Nm³ pro Tonne behandelte Schmelze einzusetzen. Die Methode eignet sich gleichermassen für kontinuierlichen wie für Batchbetrieb, wobei im ersten Fall eine Verweilzeit der einzelnen Schmelzepartikel von 3 Minuten, im letzteren eine Gesamtbehandlungsdauer von einer Stunde als optimal anzusehen ist. Die Methode gestattet, Geschwindigkeitskonstanten bei Annahme einer Kinetik Pseudo-1.-Ordnung von 5.3 für Natrium, 4.9 für Lithium und $2.5 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ für Wasserstoff zu erzielen, wobei die Qualität der Methode mit der Zusammensetzung der zu reinigenden Legierung schwankt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Reinigung der Schmelze von Aluminium und dessen Legierungen mittels Einleiten eines aktiven Gasgemisches bei atmosphärischem Druck, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Schmelztemperatur von 730 bis 780 °C ein Gasgemisch bestehend aus mindestens einem Inertgas als Trägergas und 4 bis 10 Volumenprozenten Kohlendioxid in einem Verhältnis von 0,4 bis 1,0 Normalkubikmeter pro Tonne behandelte Schmelze eingeleitet wird, wobei jeder Teil der Schmelze während einer Dauer von 3 Minuten bis einer Stunde mit dem Gasgemisch in Kontakt steht.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschmelze während der Behandlung im diskontinuierlichen Betrieb in einem Abstehofen befindet und das Gasgemisch mittels Lanzen in die Schmelze eingeleitet wird, wobei die Kontaktdauer der Schmelze zwischen 30 Minuten und einer Stunde beträgt.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschmelze während der Behandlung im kontinuierlichen Betrieb ein Durchlauffilter durchläuft, wobei die Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze vorzugsweise zwanzig Tonnen pro Stunde beträgt und jeder Teil der Schmelze dementsprechend während 3 bis 10 Minuten in Kontakt mit dem Gasgemisch steht.

4. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägergas mindestens teilweise aus Argon besteht.

5. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasgemisch 4 bis 6 Volumenprozent Kohlendioxid enthält.

6. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zu behandelnden Legierungen des Aluminiums Magnesium als Hauptlegierungsbestandteil enthalten.

7. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zu behandelnden Legierungen des Aluminiums höchstens 4 Gewichtsprozente Magnesium enthalten.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Reinigung der Schmelze von Aluminium und dessen Legierungen mittels Einleiten eines aktiven Gasgemisches bei atmosphärischem Druck.

Eine der üblichen Techniken in der Aluminiumindustrie besteht seit altersher darin, durch Schmelzen von Aluminium und dessen Legierungen Gasgemische zu leiten, um gelöste Gase, namentlich Wasserstoff, sowie metallische Verunreinigungen, namentlich Spuren von Alkali- und Erdalkalimetallen, aus dieser zu entfernen und das Metall daneben von nicht metallischen Einschlüssen, namentlich Oxiden, zu befreien. Eines dieser Verfahren, allgemein als Gasbehandlung oder Entgasen bezeichnet, verwendet im allgemeinen reines Chlorgas und ist insofern teuer, als es grosse Mengen dieses Gases verbraucht und zu einem Verlust von Aluminium in der Form flüchtigen Aluminiumchlorides führt. Dieses Verfahren bringt daneben unerwünschte Arbeitsbedingungen mit sich, da dabei korrodierende und giftige Abgase anfallen. Im Stand der Technik sind deshalb zu verschiedenen Zeiten Vorschläge gemacht worden, wie man Chlor dadurch einsparen könnte, dass man das Entgasen durch ein Gasgemisch von Chlor und einem Inertgas durchführt, wie beispielsweise Luft oder Stickstoff, oder indem man die Behandlung in einer Atmosphäre trockener Luft durchführt. Daneben ist sogar vorgeschlagen worden, Stickstoff allein (N₂) als Behandlungsgas zu verwenden.

Weiter ist der Gebrauch entweder von Kohlendioxid (CO₂) oder Kohlenmonoxid (CO) für die Behandlung von geschmol-

zenen Magnesiumlegierungen vor dem Giessen vorgeschlagen worden (US-PS 2 380 863). Allein, beim Aluminium wurde allgemein angenommen, dass die Verwendung von Kohlendioxid unzuweckmässig sei, da dieses beim Kontakt mit der Aluminiumschmelze teilweise zu freiem Kohlenstoff reduziert würde, welcher seinerseits mit Aluminium reagieren und das unerwünschte Aluminiumcarbid, AlC₃, bilden würde (US-PS 2 369 213). Deshalb war es überraschend und unerwartet, dass nach der vorliegenden Erfindung eine signifikante Verbesserung des bestehenden Verfahrens erzielt werden und dabei die unerwünschten Nebenwirkungen weitgehend herabgesetzt werden konnten, indem ein Spülgas bestehend aus Kohlendioxid und einem inerten Trägergas, beispielsweise einem Edelgas, eingesetzt wurde.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand dementsprechend darin, durch eine Spülgasbehandlung den Gehalt an Alkali- und Erdalkalimetallen, Wasserstoff und nichtmetallischen Einschlüssen in Schmelzen von Aluminium und dessen Legierungen möglichst weitgehend herabzusetzen und dabei die unerwünschten Nebenwirkungen dieser Spülgasbehandlung so gering wie möglich zu halten. Namentlich sollte die Bildung von Krätze und damit die Metallverluste minimiert werden. Daneben sollten die Energiekosten möglichst niedrig gehalten, das heisst die Dauer der Spülgasbehandlung minimiert und die normale betriebliche Temperatur der Schmelzebehandlung von etwa 770 °C nicht überschritten werden. Schliesslich sollten die Materialkosten der Behandlung, namentlich die Kosten für das Spülgas und ein gegebenenfalls einzusetzendes Filtergranulat minimiert werden und die unerwünschten toxischen Eigenschaften des Chlorgases ausgeschaltet werden.

Diese Aufgabe wurde durch eine Spülgasbehandlung gelöst, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass bei einer Schmelztemperatur von 730 bis 780 °C ein Gasgemisch bestehend aus mindestens einem Inertgas als Trägergas und 4 bis 10 Volumenprozenten Kohlendioxid in einer Konzentration von 0,4 bis 1,0 Normalkubikmeter pro Tonne behandelter Schmelze eingeleitet wird, wobei jeder Teil der Schmelze während einer Dauer von 3 Minuten bis einer Stunde mit dem Gasgemisch in Kontakt steht.

Bei der einen Ausführungsart der Erfindung erfolgt die Spülgasbehandlung im diskontinuierlichen (Batch-)Betrieb. Die Metallschmelze befindet sich während der ganzen Dauer der Behandlung in einem Abstehofen und das Gasgemisch wird mittels Lanzen in die Schmelze eingeleitet. Dabei beträgt die Kontaktdauer der Schmelze zwischen 30 Minuten und einer Stunde. Bei der anderen Ausführungsart durchläuft die Metallschmelze während der Behandlung im kontinuierlichen Betrieb ein Durchlauffilter. Dabei beträgt die Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze vorzugsweise zwanzig Tonnen pro Stunde und jeder Teil der Schmelze steht dementsprechend während einer Verweilzeit von 3 bis 10 Minuten im Kontakt mit dem Gasgemisch. Dieses letztere wird dabei vorzugsweise durch poröse Einleitsteine im Boden des Durchlauffilters eingeleitet, wobei bei einer Vorrichtung mit elf derartigen Einleitsteinen beispielsweise ein Einleitdruck das Gasgemisches von 1,5 bis 2,5 bar benötigt wird. Aus Kostengründen hat es sich dabei bewährt, als Trägergas mindestens teilweise das verhältnismässig billige Argon einzusetzen.

Bei der Beurteilung der Qualität der Spülgasbehandlung im Hinblick auf die Elimination von Verunreinigungen aus der Aluminiumschmelze ist davon auszugehen, dass in einem derart hohen Überschuss des einen Reaktionspartners (Spülgas) gearbeitet wird, dass sich dessen Konzentration während der Reaktion nur unwesentlich ändern kann. Es ist deshalb zu erwarten, dass die Reaktion eine Kinetik von Pseudo-1.-Ordnung aufweist und die Konzentration (A) des anderen Reaktionspartners (Verunreinigung) einem Zeitgesetz der Form

$$(1) \quad (A) = (A)_0 \cdot e^{-kt}$$

gehört (vgl. dazu A.A. Frost/R.G. Pearson, Kinetik und Mechanismen homogener chemischer Reaktionen, Weinheim/Bergstrasse 1964, S. 11).

In der Praxis der Schmelzebehandlung fungieren dabei die Ausgangskonzentration $(A)_0$ der Verunreinigung und aus ökonomischen Gründen auch die Zeitdauer (t) des Experiments als mehr oder weniger unveränderliche Randbedingungen und die unter diesen Randbedingungen durch Variation der Reaktionsparameter erzielbare Geschwindigkeitskonstante

$$(2) \quad k = (1/t) \ln (A)_0 / (A)$$

ermöglicht eine korrekte Voraussage der erreichbaren Endkonzentration einer gegebenen Verunreinigung und stellt damit ein direktes Mass für die Qualität des im Einzelfall angewendeten Verfahrens dar.

In den anliegenden Figuren ist die experimentell ermittelte Abhängigkeit der Verunreinigungskonzentrationen (Natrium: a, Wasserstoff: b) von der Behandlungsdauer dargestellt.

Fig. 1 bei konstanter Spülgaskonzentration und Schmelztemperatur, jedoch verschiedenen Spülgaszusammensetzungen,

Fig. 2 bei konstanter Spülgas-Zusammensetzung und -Konzentration, jedoch verschiedenen Schmelztemperaturen,

Fig. 3 bei konstanter Spülgaszusammensetzung und Schmelztemperatur, jedoch verschiedenen Spülgaskonzentrationen.

Bei einer Verwendung verschiedener Spülgaszusammensetzungen im Experiment hat sich die Vermutung, dass die Reaktion eine Kinetik von Pseudo-1.-Ordnung aufweise, insofern bestätigt, als die erhaltenen Werte der Geschwindigkeitskonstante k tatsächlich keinerlei Zeitabhängigkeit zeigen, entsprechend einer konstanten Steigung der Eliminationskurve in Fig. 1. Die für eine Schmelztemperatur von 730 °C und eine Spülgaskonzentration von 0,6 Nm³/t pro Tonne behandelte Schmelze errechneten Geschwindigkeitskonstanten k ergaben dabei, dass ein Gemisch von Argon mit 5% Kohlendioxid (CO₂) überlegene Eliminationseigenschaften gegenüber Stickstoff (N₂) und Argon (Ar) nicht nur hinsichtlich der bekannten Verunreinigungen Natrium und Wasserstoff, sondern auch hinsichtlich des stets grössere praktische Bedeutung erhaltenden Lithiums aufweist. Dabei variieren die Werte von k in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der zu reinigenden Schmelze, der Effekt bleibt jedoch qualitativ derselbe (Tabelle 1).

Tabelle 1

Einfluss der Spülgaszusammensetzung auf die Geschwindigkeitskonstante der Eliminationsreaktion von Na, Li und H₂ aus Aluminiumschmelzen
Versuchsbedingungen: Schmelztemperatur: 730 °C, Spülgaskonzentration: 0,6 Nm³/t, Dauer des Versuches: $t = 3600$ s.

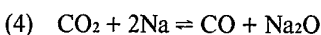
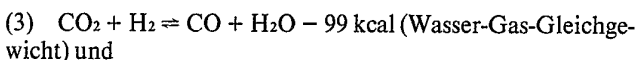
Verunreinigung	Spülgas	$\ln A_0/A$	$K [s^{-1}]$
Legierung 1500:			
Na	N ₂	0.9163	2.545×10^{-4}
	Ar	1.2039	3.344
	Ar+5%CO ₂	1.8971	5.267
Li	N ₂	0.6931	1.925
	Ar	0.9163	2.545
	Ar+5%CO ₂	1.7720	4.922
H ₂	N ₂	0.5978	1.661
	Ar	0.6931	1.925
	Ar+5%CO ₂	0.9163	2.545

Verunreinigung	Spülgas	$\ln A_0/A$	$K [s^{-1}]$
Legierung 5300:			
Na	N ₂	0.5978	1.661×10^{-4}
	Ar	0.7985	2.218
	Ar+5%CO ₂	1.0598	2.916
Li	N ₂	0.2877	0.799
	Ar	0.2877	0.991
	Ar+5%CO ₂	0.4308	1.197
H ₂	N ₂	0.5108	1.419
	Ar	0.6931	1.925
	Ar+5%CO ₂	0.9163	2.545

So zeigte der Wert von k hinsichtlich der Elimination von Natrium bei der Legierung 1500 (99,50 bis 99,59% Al) eine Erhöhung von rund 100% gegenüber Stickstoff und rund 60% gegenüber Argon, dagegen nur eine Erhöhung von 75% bzw. 30% bei dem höher mit Magnesium legierten Werkstoff 5300 (2,8% Mg, 0,3% Mn). Oberhalb eines Magnesiumgehaltes von 4% nimmt die Qualität des Verfahrens ab. Besonders ausgeprägt ist auch der Effekt hinsichtlich der Elimination von Lithium, welche sich in einer Erhöhung des Wertes von k um 150% resp. 100% bei der Legierung 1500 und 50% resp. 20% bei der Legierung 5300 äussert. Etwas geringer ist der Einfluss auf die Elimination des Wasserstoffs, welche zwischen einer Erhöhung von k zwischen 30 und 80% schwankt (Tabelle 1).

Überraschenderweise hat sich in dieser Versuchsreihe gezeigt, dass eine Erhöhung des Gehaltes von Kohlendioxid über 5 Volumenprozent den CO₂-Ausnützungsgrad insofern verschlechtert als beispielsweise eine Erhöhung der CO₂-Konzentration um das Vierfache (auf 20%) lediglich eine Halbierung der (unter im übrigen unveränderten Bedingungen) erzielbaren Endkonzentration des Natriums (2 statt 4 ppm) ermöglicht (Fig. 1-a).

Für die Beurteilung der Temperaturabhängigkeit der Eliminationsreaktionen ist davon auszugehen, dass Kohlendioxid mit den fraglichen Verunreinigungen nach den Gleichungen



reagiert. Beides sind endotherme Reaktionen, deren thermodynamische Gleichgewichtskonstante einen ähnlichen Temperaturverlauf zeigt wie diejenige des bekannten Gleichgewichts von Kohlendioxid und Kohlenstoff (Boudouard-Gleichgewicht). Bei beiden Reaktionen verschiebt sich deshalb das Gleichgewicht mit steigender Temperatur nach rechts; so weist die thermodynamische Gleichgewichtskonstante der Gleichung (3) beispielsweise bei 830 °C einen Wert von 1 auf und die Reaktionspartner liegen bei Temperaturen ab 1000 °C überwiegend in der Form von CO und H₂O vor (Holleman/Wiberg, Lehrbuch der anorganischen Chemie, 57-70. Auflage, Berlin 1964, S. 307f).

Überträgt man diese thermodynamischen Erkenntnisse auf den Bereich der Kinetik, so lässt sich eine positive Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstante k voraussagen: Verschiebt sich das thermodynamische Gleichgewicht bei steigender Temperatur nach rechts, so sollte bei Konstanthalten der CO₂-Konzentration durch steigende Temperatur auch der Umsatz der Reaktionspartner in die Produkte CO und Na₂O und damit die Over-all-Geschwindigkeit der Elimination von Natrium (oder anderen Verunreinigungen) ansteigen (vgl. Frost/Pearson a.a.O., S. 22f).

Überraschenderweise hat sich nun gezeigt, dass die

Geschwindigkeitskonstante k der Eliminationsreaktion und damit die unter den dargestellten konstanten Rahmenbedingungen (Dauer des Versuches 1 Stunde und Anfangskonzentration A_0 der Verunreinigungen) erzielbare Endkonzentration A der einzelnen Verunreinigungen statt wie erwartet bei steigender Temperatur anzusteigen, in ausgeprägter Art absinkt (Tabelle 2). Erreicht beispielsweise k beim Einsatz von Argon mit 5% Kohlendioxid hinsichtlich Natrium bei 730 °C einen Wert von $4.977 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, so sinkt dieser Wert bei 850 °C auf $3.122 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Ähnlich liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Elimination von Wasserstoff, bei der der Wert von k von $2.787 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ bei 730 °C auf lediglich $1.450 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ bei 850 °C absinkt (Fig. 2). Zur Erzielung eines optimalen CO_2 -Ausnützungsgrades erscheint es deshalb als unzweckmässig, bei Temperaturen zu arbeiten, welche die üblichen Schmelzetemperaturen von Aluminiumschmelzen von 730 °C übersteigen. Dieses Ergebnis war um so weniger zu erwarten, als eine andere Erfindung der Anmelderin (CH-PS 623 849) gezeigt hat, dass eine Erhöhung der Reaktionstemperatur über 770 °C die Qualität von Spülgasbehandlungen mit Spülgasen anderer chemischer Zusammensetzung sehr positiv beeinflusst.

Tabelle 2

Einfluss der Temperatur auf die Geschwindigkeitskonstante der Eliminationsreaktion von Na und H_2 aus Aluminiumschmelzen

Versuchsbedingungen: Spülgaskonzentration 0,6 Nm^3/t ,
Spülgaszusammensetzung: Argon + 5% CO_2 , Dauer des Versuches: $t = 3600 \text{ s}$. Gusslegierung 1500 (Al 99,50–Al 99,59)

Verunreinigung	T [°C]	$\ln A_0/A$	$K [\text{s}^{-1}]$
Na	730	1.7918	4.977×10^{-4}
	800	1.6094	1.471
	850	1.1239	3.122
H_2	730	1.0033	2.787×10^{-4}
	800	0.7765	2.157
	850	0.5220	1.450

Variiert man die Konzentration des Spülgases, so ergibt sich selbstverständlich, dass die Geschwindigkeitskonstante k auch in ausgeprägter Weise von dieser Konzentration abhängt, und insofern die Aussagen über die Kinetik der Reaktion Pseudo-1.-Ordnung zu relativieren sind (Fig. 3). Überraschenderweise zeigt sich dabei, dass eine Erhöhung der Spülgaskonzentration bei 730 °C und einem Gemisch aus Argon und 5% CO_2 über einen Wert von 0,6 Nm^3 pro Tonne behandelte Schmelze den CO_2 -Ausnützungsgrad insofern verschlechtert, als ein Ansteigen der Konzentration von 0,6 auf 1,4 Nm^3/t , also auf mehr als das Doppelte, lediglich eine Erhöhung von k (und damit eine Herabsetzung der Endkonzentration der betreffenden Verunreinigung) um 35% bei Natrium und um 12% bei Wasserstoff bewirkt. Zweckmässigerweise sollte deshalb der Wert von 0,6 Nm^3/t nicht überschritten werden (Tabelle 3).

Tabelle 3

Einfluss der Spülgaskonzentration auf die Geschwindigkeitskonstante der Eliminationsreaktion von Na und H_2 aus Aluminiumschmelzen

Versuchsbedingungen: Spülgaszusammensetzung: Argon + 5% CO_2 , Reaktionstemperatur: 730 °C, Dauer des Versuches: $t = 3600 \text{ s}$. Gusslegierung 1500 (Al 99,50–Al 99,59)

Verunreinigung	Spülgaskonzentration [Nm^3/t]	$\ln A_0/A$	$K [\text{s}^{-1}]$
Na	0.45	1.4376	3.993×10^{-4}
	0.6	1.8431	5.120
	1.4	2.4849	6.903
H_2	0.45	0.4568	1.269×10^{-4}
	0.6	1.0691	2.970
	1.4	1.2040	3.344

Für die betriebliche Anwendung muss das Verfahren der Spülgasbehandlung nicht nur hinsichtlich der Elimination von Verunreinigungen, sondern auch hinsichtlich der unerwünschten Bildung von Krätze optimiert werden. Die dazu erforderliche Minimierung der Krätzebildung kann anhand der folgenden Erkenntnisse vor sich gehen: Während bei 730 °C Schmelzetemperatur und einer Spülgaskonzentration von 0,6 Nm^3/t ein Zusatz von 3% Kohlendioxid zu Argon zur Bildung von 3,2 kg Krätze pro Tonne behandeltes Metall führt, steigt dieser Wert bei Erhöhung der CO_2 -Konzentration auf 20% auf 5,0 kg/t, mithin nur um knapp 60%. Bei einer CO_2 -Konzentration von mehr als 10 Volumenprozent im Gasgemisch verschlechtert sich daher der CO_2 -Ausnützungsgrad auch unter diesem Gesichtspunkt; die optimale CO_2 -Konzentration liegt dabei innerhalb dieses Bereiches zwischen 4 und 6 Volumenprozent CO_2 .

Wie erwartet beeinflusst auch die Spülgaskonzentration die Menge der gebildeten Krätze: Bilden 0,4 Nm^3/t eines Gemisches von Argon und 5% CO_2 bei 730 °C lediglich 2 kg Krätze pro Tonne Material, so erhöht sich dieser Wert bei 1,4 Nm^3/t auf nahezu das Dreifache, nämlich 5,8 kg pro Tonne. Die Menge verhält sich innerhalb der untersuchten Bereiche annähernd proportional zu der Spülgaskonzentration, und es erscheint deshalb auch unter diesem Gesichtspunkt als nicht zweckmässig, diese wesentlich über 0,6 Nm^3 pro Tonne behandeltes Metall zu erhöhen. Weniger ausgeprägt erscheint demgegenüber die Temperaturabhängigkeit der Krätzebildung: Eine Erhöhung der Reaktionstemperatur von 730 °C auf 850 °C bei 0,6 Nm^3/t und CO_2 in Argon brachte lediglich eine Erhöhung der gebildeten Krätzemenge von 3,5 auf 5 kg pro Tonne, mithin lediglich um 40%. Vom Standpunkt der Krätzebildung aus erscheint es deshalb nicht als zweckmässig, die Spülgaskonzentration auf mehr als 0,6 Nm^3/t und innerhalb des Spülgasgemisches die CO_2 -Konzentration auf mehr als 10 Volumenprozent zu erhöhen, wobei die optimale CO_2 -Konzentration zwischen 4 und 6 Volumenprozent liegt. Die Wahl der Reaktionstemperatur erscheint dagegen unter diesem Gesichtspunkt als weniger kritisch.

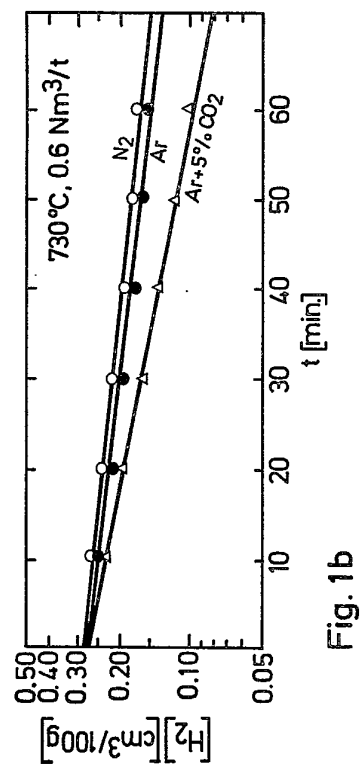
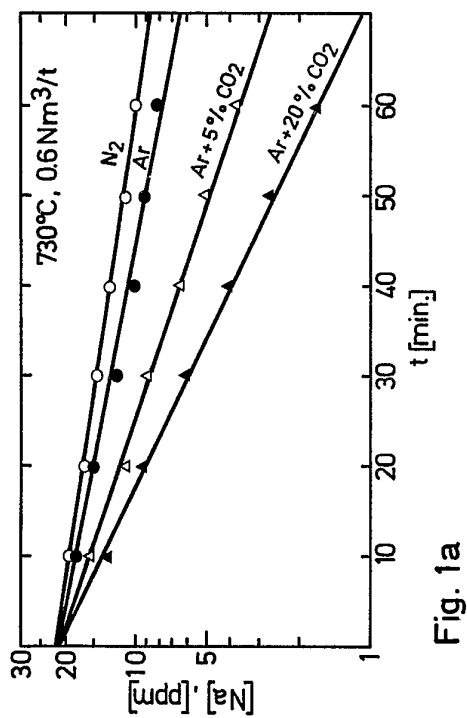
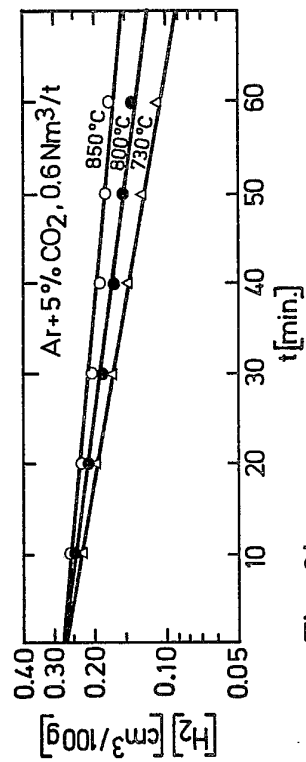
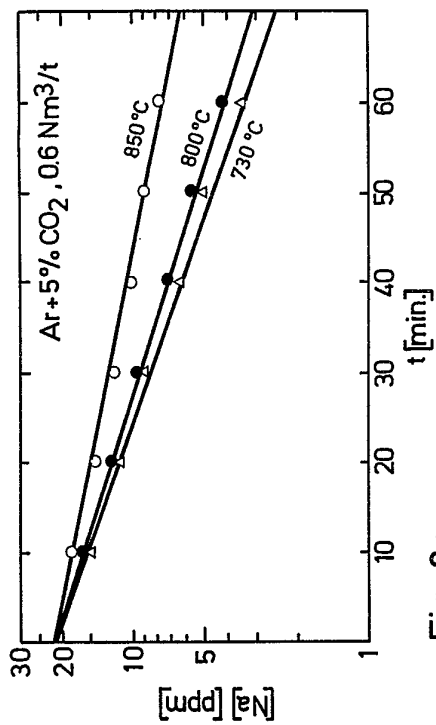
Hinsichtlich der Elimination nichtmetallischer Einschlüsse erweist sich die Spülgasbehandlung mit Argon als Träger und 5% Kohlendioxid der Behandlung mit Stickstoff um einen Faktor von 2 bis 3 überlegen, dagegen als ungefähr äquivalent einer Spülgasbehandlung mit reinem Argon oder mit den erheblich teureren Argon/Freon-Gemischen.

Im Lichte dieser Erkenntnisse erscheint die erfindungsgemässe Spülgasbehandlung bei einer Schmelzetemperatur von 730° bis 780 °C mit einem Gasgemisch bestehend aus mindestens einem Edelgas als Trägergas und 4 bis 10 Volumenprozent Kohlendioxid in einem Verhältnis von 0,4 bis 1,0 Normal-kubikmeter pro Tonne behandelte Schmelze als unter allen Gesichtspunkten bester Kompromiss. Akzeptiert man beispielsweise Ausgangskonzentrationen von 24 ppm für Natrium, 18 ppm für Lithium und 0,30 cm³ Wasserstoff pro 100 g Metall sowie eine Dauer der Spülgasbehandlung von einer Stunde, so sind nach dem erfindungsgemässen Verfahren Endkonzentrationen von weniger als 5 ppm Natrium, weniger als 3 ppm

Lithium und rund $0,10 \text{ cm}^3$ Wasserstoff pro 100 g Metall erzielbar, während die Menge der gebildeten Krätze unter diesen Bedingungen niemals die als kritisch angesehene Grenze von 4 Kilogramm Krätze pro Tonne gereinigtes Metall übersteigt.

Es hat sich gezeigt, dass die Erfindung ebensogut im kontinuierlichen, wie im diskontinuierlichen (Batch-)Betrieb einzusetzen ist, wobei als äquivalente Bedingungen eine Behandlung einer Einzelcharge mit der Spülgaslanze von einer Stunde Dauer bzw. eine kontinuierliche Behandlung der Schmelze im

Durchlaufilter mit einem Durchsatz von 20 Tonnen Schmelze pro Stunde (entsprechend einer Verweilzeit der einzelnen Schmelzepartikel im Bereich der Spülgasbehandlung von rund 3 Minuten) gelten können. In einem betrieblichen Anwendungsbeispiel zur Reinigung einer verhältnismässig magnesiumreichen Schmelze (z.B. der Gusslegierung 5300) gestattete die Erfindung Einsparungen beim Gasgemisch, den Heizkosten und bei der Menge der als Nebenprodukt gebildeten Krätze.



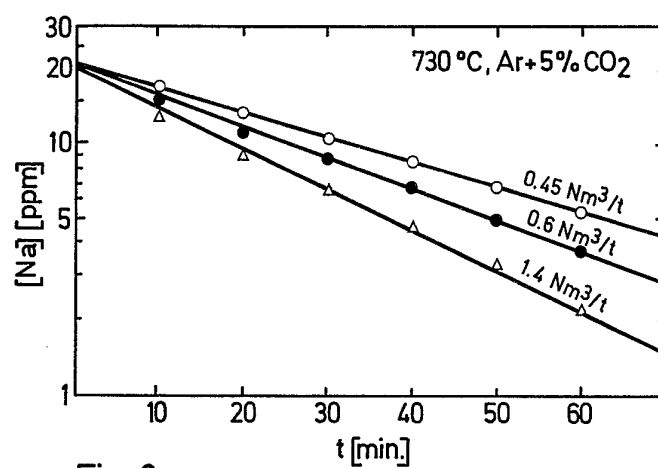


Fig. 3a

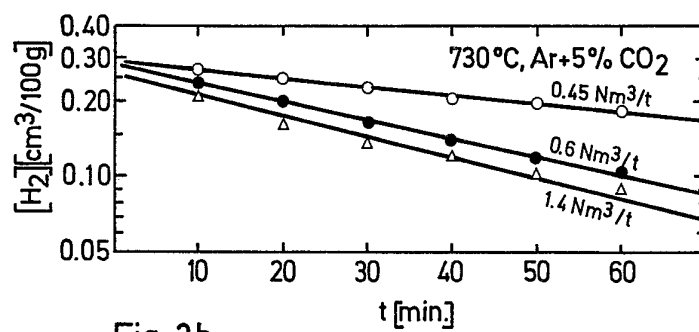


Fig. 3b