

ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ (УЗФИРАЛЬС-ПРОЦЕСС)

Предлагается технология эффективной обработки расплава с целью удаления неметаллических твердых и газообразных примесей из жидкого металла при непрерывном литье слитков алюминия и сплавов на его основе.

По данной технологии можно изготавливать широкий ассортимент деформированных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов, в том числе предназначенных для сварки и чувствительных к наличию расслоений, связанных с неметаллическими твердыми и газовыми примесями.

Технология основана на использовании интенсивной ультразвуковой обработки расплава в потоке перед входом в многослойный фильтр из стеклоткани с размером ячейки $0,4 \times 0,4$ мм. Фильтр установлен на пути жидкого металла из

раздаточной плавильной печи (миксера) в кристаллизатор непрерывного литья или непосредственно в жидкой ванне слитка.

Ультразвуковая дегазация и фильтрация расплава алюминиевых сплавов (так называемый Узфиральс-процесс) заметно повышают чистоту металла по твердым неметаллическим и газообразным примесям. Тонкая фильтрация по предлагаемому способу позволяет задержать на фильтре твердые частицы окиси алюминия размером до $1-10$ мкм. Концентрация водорода в алюминиевых сплавах, прошедших Узфиральс-процесс, снижается в $1,5-2,0$ раза по сравнению с необработанным металлом.

В таблице представлены результаты влияния рафинирования методом Узфиральс-процесс при литье слитка диаметром 270 мм из сплава типа 2124 на механические свойства пресованной полосы.

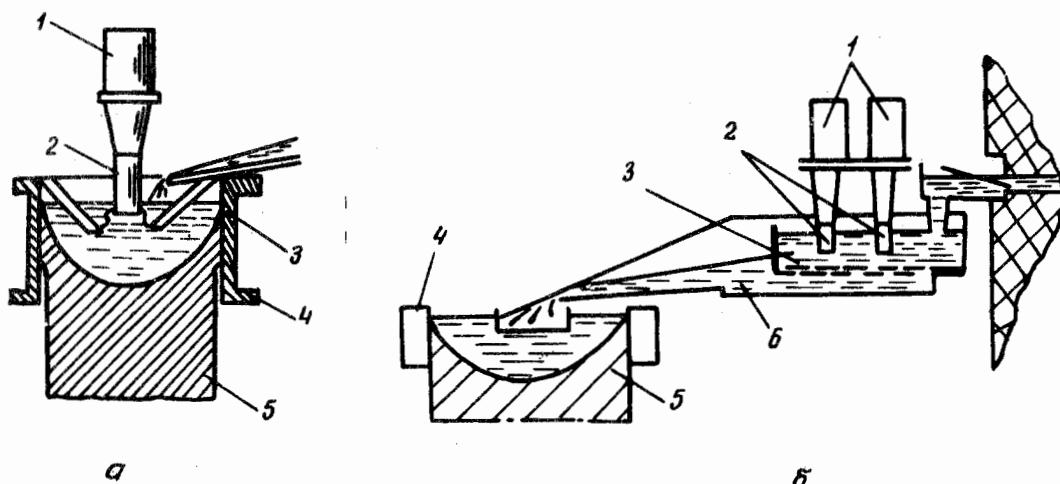


Схема процесса ультразвуковой фильтрации и дегазации при непрерывном литье слитков алюминиевых сплавов с применением многослойных фильтров из стеклоткани, установленных непосредственно в кристаллизаторе (а) или распределительном желобе (б):

1 — источник ультразвука; 2 — излучатель; 3 — фильтр; 4 — кристаллизатор; 5 — слиток; 6 — распределительный желоб.

Shéma du processus de la filtration ultra-sonore et de la dégazage lors de la coulée continue des lingots en alliages d'aluminium en utilisant les filtres en tissu de verre établis dans le cristallisateur (a) ou dans le chenal à distribuer (б):
1 — émetteur ultra-sonor; 2 — émetteur; 3 — filtre; 4 — cristallisateur; 5 — lingot; 6 — chenal à distribuer.

Schematic of the ultrasonic melt filtration and degassing during aluminium-alloy ingot casting using multilayer glass cloth filters placed directly in the mould (a) or in the distributing trough (б):

1 — ultrasonic transducer; 2 — ultrasonic vibrator; 3 — filter; 4 — mould; 5 — ingot; 6 — distributing trough.

Schema des Ultraschallfiltration sowie Entgasungsprozesses während des kontinuierlichen Giessens von Gussblöcken aus Al-Legierungen unter dem Einsatz von den aus Glassgewebe produzierten Mehrlagenfiltern, die direkt im Kristallisor (a) oder in einer Verteilungsrille (б) angeordnet werden:

1 — Ultraschallquelle; 2 — Strahler; 3 — Filter; 4 — Kristallisor; 5 — Gussblock; 6 — Verteilungsrille.



Первый слой. The first layer.
Première couche. Erste Lage.

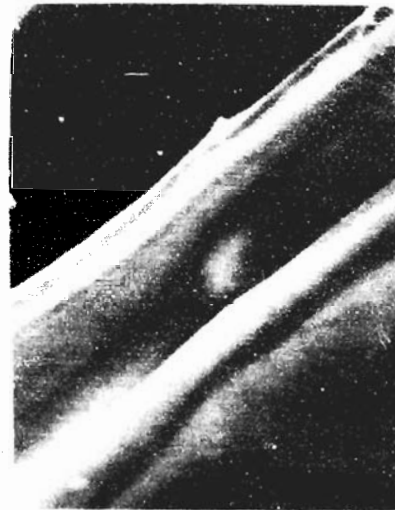
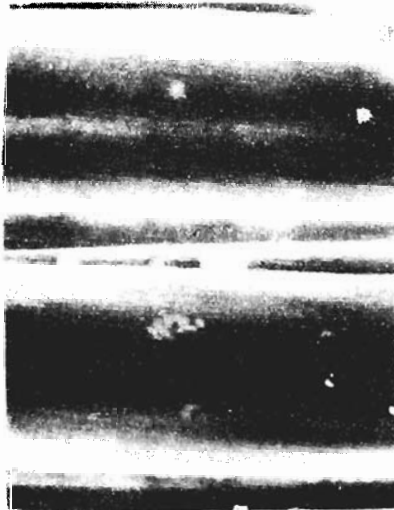


Второй слой. The second layer
Deuxième couche. Zweite Lage.



Третий слой. The third layer
Troisième couche. Dritte Lage.

Четвертый слой.
The fourth layer
Quatrième couche.
Vierte Lage.



Пятый слой.
The fifth layer.
Cinquième couche.
Fünfte Lage.

Оксиды, задержанные на пятислойном фильтре из стеклоткани с ячейкой 0,4X0,4 мм, по направлению потока расплава (электронная фрактография, X2500).

SEM fractographs showing the oxides arrested on the five-layer glass cloth filter with 0.4X0.4 mm cells in the direction of the melt flow (X2500).

Oxydes arrêtés sur le filtre à cinq couches en tissu de verre à la dimension d'une maille de 0,6X0,6 mm dans la direction du flux du métal fondu (phractographie, X2500).

Oxyde, die auf dem aus Glasgewebe mit der 0,4X0,4 Zellen-grösse produzierten Fünflagenfilter in der Richtung des Flusses von Schmelzgut festgehalten worden sind (Elektronenfraktographie X2500).

Узфиральс-процесс особенно перспективен для получения высококачественных крупногабаритных слитков, идущих на изготовление крупногабаритных прессованных, штампованных и катаных изделий из сплавов типа 2124, 7050, 2618. Применение Узфиральс-процесса целесообразно при производстве листов и фольги из сплавов типа 5052, 5056.

Для измельчения структуры рекомендуется сочетать Узфиральс-процесс с обработкой ультразвуком жидкой ванны слитка. Рафинирование расплава в жидкой ванне слитка с использованием данного процесса практически исключает появление дефектов неметаллического происхождения и значительно уменьшает количество дефектов, обнаруживаемых методом ультразвукового контроля в готовых полуфабрикатах.

Узфиральс-процесс может быть осуществлен на любых типах действующих в производстве плавильно-литейных агрегатах, в том числе с высокопроизводительными газовыми миксерами. Оборудование для Узфиральс-процесса состоит из стандартной ультразвуковой аппаратуры, набора излучателей ультразвука и многослойного фильтра.

Узфиральс-процесс легко вписывается в существующий технологический процесс непрерывного литья и не требует больших капиталовложений.

Процесс запатентован в США, Англии, Франции, ФРГ, Канаде, Австралии, Швейцарии и ГДР.

◆

ALUMINIUM ALLOY REFINING TECHNOLOGY (UZFIRALS-PROCESS)

The proposed technology of effective treatment of the melt is intended for removal of nonmetallic solid and gas impurities from the liquid metal during casting of aluminium and aluminium-alloy ingots.

The technique is used in the production of a wide range of wrought products in aluminium alloys including those for welding sensitive to lamination due to nonmetallic solid and gas impurities.

The technology is based on using the intensive ultrasonic treatment of the melt flow at the entry of the multilayer filter made of glass cloth with 0,4X0,4 mm cells.

The filter is placed in the path of transportation of the liquid metal from the holding-melting furnace to the mould or directly in the molten pool of the ingot.

The ultrasonic degassing and filtration of the aluminium-alloy melt (the so-called UZFIRALS-process) considerably improves the metal purity by reducing the content of nonmetallic solid and gas impurities. The fine filtration according to the proposed technique allows solid alumina particles up to 1-10 μm in size to be arrested on the filter. Concentration of hydrogen in aluminium alloys treated by the UZFIRALS-process becomes 1.5 to 2.0 times lower as compared to non-treated metals.

The Table below shows the effect of the UZFIRALS-refining on mechanical properties of the strip extruded from the 2124-type alloy 270 mm dia. ingot.

The UZFIRALS-process is particularly perspective in producing high quality large-size ingots for manufacture of large-size extruded, forged and rolled products in 2124, 7050, 2618-type alloys. Application of the UZFIRALS-process is expedient for the production of sheets and foil in 5052 and 5056-type alloys.

Combination of the UZFIRALS-process and the ultrasonic treatment of the molten pool of the ingot is recommended for structure refining. The melt refining in the ingot pool using the UZFIRALS-process practically eliminates the defects of nonmetallic origin and considerably reduces the quantity of the defects detected in the products by ultrasonic test.

The UZFIRALS-process may be put into operation in all types of conventional melting and casting plants including highly efficient gas-fired holding furnaces. The equipment for the UZFIRALS-process consists of standard ultrasonic apparatus, a set of ultrasonic vibrators and a multilayer filter.

The UZFIRALS-process may be easily introduced into the existent technological process of ingot casting and does not require large investments.

The process has been patented in the USA, Great Britain, France, FRG, Canada, Australia, Switzerland and GDR.

◆

TECHNOLOGIE DE RAFFINAGE DES ALLIAGES D'ALUMINIUM (USFIRALS-PROCESSUS)

On propose la technologie d'un traitement effectif du métal fondu pour éliminer les inclusions dures non métalliques et gazeuses à partir du métal liquide lors de coulée continue des lingots en aluminium et ses alliages.

La technologie est destinée à la préparation d'un large assortiment des demi-produits corroyés en alliages d'aluminium destinés au soudage, sensibles à l'exfoliation due aux inclusions dures nonmétalliques et gazeuses y compris.

**Механические свойства прессованной полосы сечением 65X200 мм
в зависимости от технологии рафинирования**

Технология	H ₂ , см ³ /100 г	K, мм ² /см ²	σ _B , МПа	δ, %	K _{1C} , МПа√м (высотное направление)	МЦУ, 10 ³ циклов
						σ _{max} = 160 МПа (долевое направ- ление)
Без Узфиральс-процесса	0,13	0,032	422	6,4	30,7	162
Узфиральс-процесс (3 слоя 0,4X0,4 мм)	0,09	0,004	415	7,3	34,1	199
Узфиральс-процесс (5 слоев 0,4X0,4 мм)	0,07	0,001	436	7,6	41,4	259



**Mechanical Properties of Extruded 65X200 mm Strip
Depending on Refining Technique**

Refining technique	H ₂ , cm ³ /100 g	Amount of oxi- des in ingot fracture (K), mm ² /cm ²	UTS, MPa	E, %	K _{1C} , MPa√m (short- transverse direction)	LCF, 10 ³ cycles, ma- ximum cycle stress = = 160 MPa (longitudinal direction)
Without UZFIRALS- process	0.13	0.032	422	6.4	30.7	162
UZFIRALS- process (filtration through the 3-layer filter with 0.4X0.4 mm cells	0.09	0.004	415	7.3	34.1	199
UZFIRALS- process (filtration through the 5-layer filter with 0.4X0.4 mm cells	0.07	0.001	436	7.6	41.4	259

Caracteristiques mecaniques de la bande pressée de section 65X200 mm
en fonction du procédé du raffinage

Technologie	H ₂ , cm ³ /100 g	Défauts du métal des lin- gots, mm ² /cm ²	R, MPa	A, %	K _{1c} , MPa√m (la direc- tion tra- vers- courte)	FOC, 10 ³ cycles lors de σ _{max} = = 160 MPa (la direction longi- tudinale)
Sans l'UZFIRALS- processus	0,13	0,032	422	6,4	30,7	162
Avec l'UZFIRALS- processus (3 cou- ches, 0,4X0,4 mm)	0,09	0,004	415	7,3	34,1	199
Avec l'UZFIRALS- processus (5 cou- ches, 0,4X0,4 mm)	0,07	0,001	436	7,6	41,4	259



Festigkeitswerte des stranggepressten Bandstreifens mit dem 65X200 mm
Schnitt in der Abhängigkeit von der Technologie der Reinigung

Technologie	H ₂ cm ³ /100 g	Anzahl von Oxyden auf der Bruch- fläche mm ² /cm ²	σ _B MPa	δ %	K _{1c} , MPa√m (nach der Dicke)	Lebensdauer 10 ³ Zyklen σ _{max} bei 160 MPa (Längsrich- tung)
Ohne UZFIRALS- Prozess	0,13	0,032	422	6,4	30,7	162
UZFIRALS-Pro- zess (3 Lagen 0,4X0,4 mm)	0,09	0,004	415	7,3	34,1	199
UZFIRALS-Pro- zess (5 Lagen 0,4X0,4 mm)	0,07	0,001	436	7,6	41,4	259

La technologie est basée sur l'utilisation du traitement ultrasonore intense du métal fondu dans le courant avant l'entrée au filtre multicouches exécuté du tissu de verre à la dimension d'une maille de 0,4X0,4 mm, le filtre est disposé à la voie du metal liquide du four de distribution à fondre (mélangeur) à la lingotière de coulée continue ou directement dans la vanne liquide du lingot.

Le dégazage ultrasonore et le filtrage du métal fondu des alliages d'aluminium, c.-à-d. (l'UZFIRALS-processus) augmente sensiblement la pureté du métal en corps étrangers solides non métalliques et gazeux. Le filtrage fin suivant la technique proposée permet de retenir sur le filtre les particules de l'oxyde d'aluminium de dimension de 1 à 10 microns.

La concentration de l'hydrogène dans les alliages d'aluminium après l'UZFIRALS—processus est dominée de 1,5 à 2,0 fois par comparaison avec le métal non traité.

Dans le tableau on donne les résultats de l'influence du raffinage d'après l'UZFIRALS—processus lors de coulée du lingot 270 mm au diamètre à partir de l'alliage 2124 sur les caractéristiques mécaniques de la bande pressée.

L'UZFIRALS—processus est surtout perspectif pour recevoir les lingots de grands dimensions et de haute qualité destinés à usiner les produits pressés matricés et laminés à partir des alliages en aluminium 2124, 7050 et 2618.

L'UZFIRALS—processus est rationnel au cours de production des tôles et des feuilles minces à partir des alliages 5052 et 5056.

Pour raffiner la structure des lingots il est recommandé de combiner l'UZFIRALS—processus avec le traitement ultrasonique du bain liquide du lingot.

Le raffinage du métal fondu dans le bain liquide du lingot en utilisant l'UZFIRALS—processus exclut pratiquement les défauts d'origine non métallique et diminue considérablement la quantité des défauts décelés par le contrôle ultrasonique dans les demi—produits finis.

L'UZFIRALS—processus peut être réalisé sur tous types de groupes de fusion et de coulée industriels, de mélangeur de gaz de haut rendement y compris.

L'équipement pour l'UZFIRALS—processus consiste d'un appareil ultrasonique standardisé, d'un jeu de émetteurs ultra—sonores et d'un filtre multicouche.

L'UZFIRALS—processus peut être incluí facilement en processus de coulée et n'exige pas les investissements excessifs.

Le processus est brevetée en USA, Angleterre, France, RFA, Canada, Australie, Suisse et RDA.



TECHNOLOGIE FÜR DIE REINIGUNG VON Al—LEGIERUNGEN (UZFIRALS—PROZESS)

Es wird die Technologie für die wirksame Behandlung des Schmelzgutes, um die nichtmetallischen festen und gasförmigen Beimengungen aus dem Flüssigmetall während des kontinuierlichen Giessens von Gussblöcken aus Aluminium und dessen Basislegierungen zu entfernen, angeboten.

Der vorliegenden Technologie gemäss kann ein weites Sortiment von verformten Halbzeugen, die gegen die mit den nichtmetallischen festen sowie gasförmigen Beimengungen verbundenen Abplatzungen anfällig sind, aus schweiszbaren Al—Legierungen produziert werden.

Die Technologie basiert auf der Ausnutzung einer intensiven Ultraschallbehandlung des Schmelzgutes im Strom vor dem Eingang in ein aus dem Glasgewebe mit

der 0,4X0,4 mm Zellengrösse gefertigte Mehrlagenfilter, das auf dem Wege der Beförderung von Flüssigmetall aus dem Mischofen in den Kristallisor für das kontinuierliche Giessen oder direkt im Gussblocksumf angeordnet ist.

Durch die Ultraschallentgasung sowie die Filtration des Schmelzgutes von Al—Legierungen (der sogenannte UZFIRALS—Prozess) wird die Metallreinheit an den festen nichtmetallischen sowie gasförmigen Beimengungen bedeutend erhöht.

Durch die Feinfiltration dem anzubietenden Verfahren gemäss wird es ermöglicht, die festen bis 1—10 µm grossen Aluminiumoxydteilchen auf dem Filter festzuhalten.

Die Wasserstoffkonzentration in den dem UZFIRALS—Prozess gemäss behandelten Al—Legierungen vermindert sich ums 1,5 bis 2,0 Fache im Vergleich zum unbehandelten Metall.

In der Tafel sind die Ergebnisse des Einflusses der Reinigung dem UZFIRALS—Prozess gemäss während des Giessens des Gussblockes mit dem 270 mm Dmr. aus dem 2124 Legierungstyp auf die Festigkeitswerte des stranggepressten Bandstreifens aufgeführt.

Der UZFIRALS—Prozess ist für die Produktion von hochwertigen grossdimensionierten Gussblöcken, aus denen grossdimensionierte stranggepresste, gesenkgeschmiedete sowie gewalzte Erzeugnisse aus den 2124, 7050, 2618 Legierungstypen gefertigt werden, besonders aussichtsreich. Der Einsatz des UZFIRALS—Prozesses ist bei der Produktion von Blechen und Folie aus den 5052, 5096 Legierungstypen zweckmässig.

Zur Gefügeverfeinerung wird die Verbindung des UZFIRALS—Prozesses mit der Ultraschallbehandlung des Gussblocksumpfes empfohlen.

Durch die Reinigung des Schmelzgutes im Gussblocksumpf dem vorliegenden Prozess gemäss wird das Auftreten von Fehlern der nichtmetallischen Herkunft praktisch ausgeschlossen sowie die Anzahl von durch die Ultraschallprüfung in den Fertighalbzeugen nachweisbaren Fehlern bedeutend vermindert.

Der UZFIRALS—Prozess kann in den beliebigen in der Produktion laufenden, darunter in den mit den Hochleistungsmischöfen ausgestatteten Giessereischmelzaggagaten durchgeführt werden.

Die Ausrüstung zur Durchführung des UZFIRALS—Prozesses enthält eine Standardultraschallapparatur, einen Satz von Ultraschallstrahlern und ein Mehrlagenfilter.

Der UZFIRALS—Prozess lässt sich leicht in den vorhandenen Fertigungsvorgang des kontinuierlichen Giessens fügen und bedarf keiner grossen Investitionen.

Der UZFIRALS—Prozess ist in den USA, England, Frankreich, BRD, Kanada, Australien, der Schweiz sowie der DDR patentiert worden.