كل شيء عن البا

سمو الشيخ حمد بن عيسى آل خليفة

ولي العهد والقائد العام لقوة دفاع البحرين

حضرة صاحب السموالشيخ عيسى بن سلمان آل خليفة

أمير دولة البحرين المعظم

سمو الشيخ خليفة بن سلمان آل خليفة

رئيس الوزراء

السكة الحبلية بين المرفأ والمصنع

ان قصة **ألبا** في حقيقتها، بداية عصر صناعة الالمنيوم في منطقة الخليج. وشركة المنيوم البحرين (**ألبا**)، مشروع صناعي كبير لا ستخلاص الالمنيوم وتحويله الى معدن اساسي ممتاز. وكان لهذا المشروع اثرا حيويا على الدولة باعتبارة نوعا من مصادر الدخل القومي كما وظهرت تبعا له صناعات تحويلية، فضلا عن استيعابه لعدد كبير من ابناء البلاد.

ولكون **ألبا** اول مشروع صناعي كبير من نوعه في الخليج فان التطورات التي شهدتها الشركة تروى ايضا قصة التصنيع في المنطقة.

تعود بداية **ألبا** الى منتصف الستينات عندما ظهرت احتمالات البطالة نتيجة لركود اسعار النفط غير ان الحكومة تمكنت من استباق تلك الاحتمالات وقررت تنويع مصادر الدخل القومي والتوجه نحو اقامة الصناعات المنتجة.

وتصادف ان علمت الحكومة ان مجموعة من شركات الالمنيوم العالمية قد اتفقت فيما بينها على بناء مصهر خاص لتامين حاجة تلك الشركات من الالمنيوم الاساسي.

عاينت المجموعة عدة مواقع في بقاع مختلفه من العالم لاختيار انسبها للمصهر، فوجدوا ان البحرين هي المكان الافضل نظرا لموقعها الجغرافي الممتاز بين مصادر المواد الاولية، وبالاخص الالومينا (من غرب استراليا) واسواق تصريف الانتاج في الشرق الاقصى واوروبا والامريكتين.

ولعل الميزة الرئيسية لاقامة المصهر في البحرين، وجود مخزون وفير من الغاز الطبيعي، في حقل الخف لاعتباره وقودا للطاقة الحرارية اللازمة لصهر الالمنيوم.

تاسست شركة المنيوم البحرين في اليوم التاسع من شهر اغسطس عام ١٩٦٨ بموجب براءة صادرة عن حضرة صاحب السمو امير البلاد المعظم الشيخ عيسى بن سلمان آل خليفة. وتضم الشركة حاليا اربعة مساهمين هم، حكومة دولة البحرين ٥٧,٩ في المئة، صندوق الاستثمارات العامة السعودي ٢٠ في المئة، شركة كايزر المنيوم ١٧ في المئة وبريتون انفستمنتس ٥,١ في المئة. وبانتهاء تركيب وتجهيز خطوط الصهر الاولى بدا تشغيل المصهر وصبت اول سبيكة المنيوم في شهر مايو عام ١٩٧١.

مشهد داخلي لاحد الافران

سمو الامير المعظم الشيخ عيسى بن سلمان آل خليفة يصب اول سبيكة المنيوم في مايو ١٩٧١



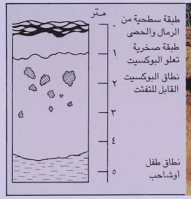


ومن ذلك الحين نمت **ألبا** وتوسعت لتصبح احدى المشاريع الصناعية الكبرى الغير نفطية في الخليج تنتج حاليا اكثر من ١٧٥٠٠٠ طن متري، من الالمنيوم الاساسي، سنويا. ويعمل بها قرابة ١٦٠٠ موظف غالبيتهم من ابناء البحرين.

مشهد داخلي في احد عنابر المصهر

قضبان السحب، نوع من منتجات **ألبا**

مقطع عرضي للقشرة الأرضية يوضح مكمن البوكسيت




رغم كون الالنيوم اكثر المعادن توفرا في القشرة الارضية، الا ان اكتشاف تركيبه وخصائصه المميزة واستغلاله لمصلحة الانسان، لم يحدث الا في اواخر القرن التاسع عشر.

الالنيوم معدن "جديد" بمعنى الكلمة، ولم يعرف الالنيوم نقيا الا في عام ١٨٠٩ كما لم يهتدى احد الى سر استخلاصه، بكلفة منخفضة والشروع في استخدامة على نطاق واسع حتى عام ١٨٨٦. تحتوى اغلب الصخور والرواسب الطينية على الالنيوم على هيئة مزيج معدنى يسمى (السليكات) كما وان الاحجار الكريمة كالياقوت الاحمر والياقوت الازرق والجمشت والزمرد هي نوع من بلورات اوكسيد الالنيوم.

يستخلص معظم الالنيوم في العالم من البوكسيت الناتج عن تحلل عدة عناصر من صخور متنوعة، نتيجة تفاعلات جوية وطبيعية تمت عبر مئات السنين.

وعند معالجة البوكسيت بالصودا الكاوية تنفصل العناصر المعدنية الاخرى مخلفة مسحوقا ابيضا ناعما هو الالومينا او اوكسيد الالنيوم الخالص.

جرت عدة محاولات خلال القرن التاسع عشر لاستخلاص الالنيوم من التركيبة الكيميائية الذى اودعته فيه الطبيعة غير ان الاختراق الفعلى لهذا السرلم يحدث الا في عام ١٨٨٦.

وتم في ان واحد تقريبا تسجيل ابتكارين متماثلين في مجال التحليل الاليكتروليتى لانتاج كميات وفيرة من الالنيوم بكلفة منخفضة.

الابتكار الاول جاء من بول هيرولت ٢٣ سنة في فرنسا والثانى من تشارلز هال ٢٢ سنة في الولايات المتحدة الامريكية. وعمل كل من المبتكرين واجريا تجاربهما بصورة مستقلة تماما عن بعضهما البعض ولم يلتقيا الا بعد عدة سنوات على بدء استخدام عملياتهما المبتكرة وتطوير الابتكارين في النطاق الصناعي.

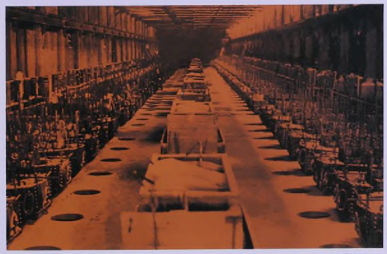
ومازالت نفس الطريقة المبتكرة انذاك تستخدم من قبل مصاهر الالنيوم في العالم ومن بينها **البا**

لقد تطور الالنيوم في عصرنا من مجرد تحفة معدنية جديدة او نادرة الى اكثر المعادن استخداما وانتشارا في العالم. فقد حل مكان النحاس والقصدير، وبلغ المركز الثانى من حيث الانتاج بعد معظم المعادن الحديدية الثقيلة.

واستناد للاحصاءات الضئيلة نوعا ما والتى تعود لعام ١٨٨٥ ـ اى قبل سنة واحدة من ابتكارى هيرولت وهال ، كان الانتاج العالمى من الالنيوم الذى يستخلص بعمليات كيميائية في ذلك الحين، في حدود ١٣ طن سنويا اما معدل الانتاج السنوى في العالم حاليا فانه يتجاوز ١٣ مليون طن مترى.

العامل الآخر في تطور الالنيوم كمعدن صناعى حقيقى وفعال كان تزامنه وتوافقه مع تطوير تحويل الطاقة الكهربائية ذات الشحنة المنخفضة والمقاومة العالية لتسهيل نقل كمية ضخمة من الكهرباء على خطوط معلقة تمتد لمسافات بعيدة باقل قدر من الخسائر فائبت الالنيوم بخفته ومزاياه انه الافضل لهذا الغرض وتزامن ايضا مع ظهور صناعة السيارات التى اصبحت وستظل من اكبر قطاعات الاستهلاك لهذا المعدن الخفيف والاقتصادى في توفير الطاقة.

تلى ذلك صناعة الطائرات والمركبات الفضائية التى تعتبر الخفة عاملا حيويا بالنسبة لهما وعلى اية حال فان نجاح صناعة الالنيوم ليست وقفا على مجال او غرض معين.



عنبر صهر قديم





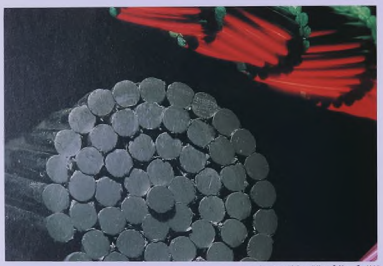
ان الالنيوم متعدد الاستخدام ويمتاز بخصائص ومزايا كثيرة جدا تجعله مناسبا لكثير من الاستخدامات ومن خصائصه:

- خفة الوزن ـ يعادل الالنيوم ثلث وزن الحجم المماثل من النحاس او الفولاذ او النحاس الاصفر.
- مقاومة التاكسد ـ الالنيوم يقاوم عوامل الصداء والتاكل الناجم عن العوامل الجوية حيث انه يكون بسرعة غشاء مجهريا من اوكسيد الالنيوم يغطى ويحمى سطحه.
- توصيل الكهرباء ـ للكيلو الواحد من الالنيوم قدرة على توصيل الكهرباء تعادل ضعف قدره كيلو واحد من النحاس.
- توصيل الحرارة ـ الالنيوم موصل جيد وسريع للحرارة المتساوية.
- خاصية الانعكاس ـ الالنيوم عاكس جيد للضوء والاشكال الاخرى من الطاقة الاشعاعية.
- القابلية للسحل ـ الالنيوم قابل للسحب والتطريق والتصنيع اكثر من المعادن الاخرى نظرا لمرونته.
- انعدام السّمية ـ الالنيوم غير سام لانه لا يتفاعل مع المواد الغذائية فلا يسبب لها التلوث ولذلك فانه مثالى لصنع اوانى الطبخ ولوازم التغليف والتعليب.

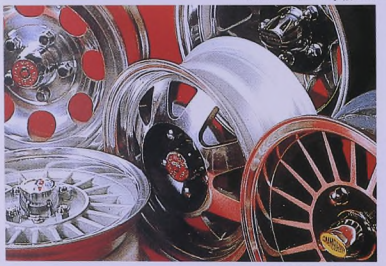
بالاضافة الى ذلك فان سبائك الالنيوم قوية وصلبة وتمتاز بمقاومتها العالية للانثواء مقارنة مع اقوى انواع الفولاذ على اساس الوزن المماثل. ولكون الالنيوم مرن جدا فانه يستخدم في العديد من الصناعات تتراوح بين الطائرات الى علب المرطبات والصفائح وكابلات التيار العالى.

وهناك دوما مجالات جديدة لاستخدام الالنيوم ويعتبر حاليا عنصرا هاما جدا في الكثير من السيارات الحديثة لخفة وزنه كعامل رئيسي في توفير الطاقة. كما وتزداد مجالات استخدامه باضطراد في صناعة البناء والتغليف والتعليب والمواصلات واللوازم الشخصية والمكائن والمعدات. انه يحق معدن مزدهر انه معدن المستقبل وكثيرا من مركبات الفضاء تصنع من الالنيوم.

الالنيوم مرن ويمكن سبكه وتحويله الى مسحوق ودرفلته وضغطه وسحبه ولحامه بالنحاس وبوجه عام فان استخداماته لا حصر لها.



كابلات كهربائية من الالنيوم لها قدرة توصيل جيدة



عجلات من الالنيوم خفيفة وقوية

تعرف عملية الصهر المتبعة فى **ألبا** بالاختزال الالكتروليتى وهى نفس الطريقة المبتكرة من قبل هال وهيرولت فى عام ١٨٨٦، مع بعض التعديلات الطفيفة.

يتم اخضاع مسحوق الالومينا لتيار كهربائى مباشر وينفصل المسحوق الى عنصرين هما غاز الاوكسجين ومعدن الالمنيوم وذلك فى مركب الكرايوليت المنصهر فى حرارة قوامها حوالى ٩٦٥ درجة مئوية. وتجرى العملية فى احواض فولاذية تعرف بالقدور أو الخلايا المبطنة بالكربون. وتقوم الكتل الكربونية المعلقة فى الخلية والمغمورة جزئيا فى سائل الكرايوليت مقام الانود بينما تقوم البطانة الكربونية للخلية مقام الكثود. (شكل ١)

عند وضع الالومينا فى الخلية فانها تتحول الى ذرات اوكسجين سالبة الشحنة وذرات المنيوم موجبة الشحنة. (شكل ٢) والتيار الكهربائى المباشر والموجه للخلية يجعل الذرات تتحرك فى اتجاة متعاكس. (شكل ٣) بحيث تصعد ذرات الاوكسجين السالبة وتتحد مع كتل الانود فتعادل شحنتها وتتحول الى غاز ثانى اكسيد الكربون الذى يتبدد فى الهواء (شكل ٤) أما ذرات الالمنيوم الموجبة فتجتذب نحو الكثود السالب حيث تعادل شحنتها (شكل ٥) وتتحول الى المنيوم منصهر يستقر فى قاع الخلية

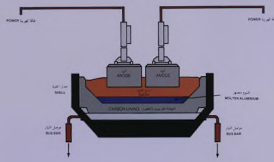
وبما ان الثقل النوعى للالمنيوم المنصهر اعلى من الثقل النوعى لمزيج الانصهار، فانه بمجرد انفصال ذرات الالمنيوم عن الاوكسجين، تترسب وتستقر فى قاع الخلية (شكل ٦). وتستخرج بعد ذلك على فترات منتظمة، بواسطة بوتقة سفط.

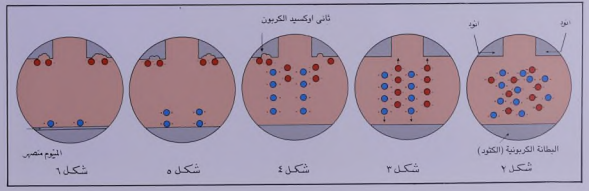
ولاستمرار عملية الاختزال الاليكتروليتى، لا بد من تزويد الخلايا بمسحوق الالومينا على فترات منتظمة بغية تامين وجود كمية كافية من الالومينا الذائبة فى مزيج الانصهار.

لابد ايضا من استبدال كتل الانود المستهلكة لانها تتاكل اثناء العملية. وعادة ما تخفض كتل الانود لكى تكون المسافة بينها وبين الكثود ثابتة دائما ويتم انتاج كتل الانود من مزيج فحم الكوك والقار فى معمل الكربون الموجود فى المصنع.

إحدى خلايا الصهر

رسم تخطيطى لخلية الصهر



**مخطط مصنع البا**

يشتمل مصنع **البا** على الاقسام الرئيسية التالية :-

- **معمل الكربون** حيث يتم انتاج كتل الانود بمزج المواد الاولية وكبسها وتجفيفها.
- **عنابر الصهر** حيث تجرى عملية الاختزال لاستخلاص الالمنيوم من أوكسيده.
- **المسبكة** وفيها تجرى عملية صب الالمنيوم المنصهر فى قوالب خاصة لانتاج وتجهيز مختلف الاصناف من سبائك الالمنيوم للبيع والتصدير.

وتستند هذه الاقسام على العديد من الدوائر اللازمة لتشغيل وادارة هذا المجمع الصناعى الضخم.

وعلى الصفحات التالية معلومات تفصيليه عن جميع هذه الاقسام والدوائر

تصليح آلية تهشيم ، فى الورش

محطة الطاقة

صوامع تخزين الفحم البترولى

المحطة البحرية

## المحطة البحرية

تصل المواد الاولية الى مرفأ **البا** المقام على جزيرة اصطناعية مردومة بمحاذاة الحيد البحرى الى الشرق من المصهر وعلى بعد عشرة كيلومتر. و المواد الاولية التى تستعمل لاستخلاص الالمنيوم هى ، مسحوق الالومينا من غرب استراليا، الفحم البترولى من الولايات المتحدة الامريكية، القار من المانيا وفرنسا او استراليا،فلوريد الالمنيوم من اليابان وايطاليا والكرايوليت من الولايات المتحدة الامريكية وايطاليا. اما المواد الاخرى اللازمة فتأتى عن طريق ميناء سلمان.

يبلغ طول رصيف المرفأ ١٥٢ مترا ويمكنه استقبال سفينة شحن يصل اجمالي وزنها الساكن مع الحمولة الى اربعين الف طن مترى.. ويوجد في هذه المحطة مستودع لحفظ المواد الأولية التى تنقل فيما بعد على دفعات الى صوامع المصهر بواسطة دلاء معلقة على سكة حبلية من الفولاذ وايضا عن طريق البر

ولانتاج ١٧٥٠٠٠ طن متري من الالمنيوم الاساسي سنويا، تحتاج **البا** لان تستورد قرابة ٣٤٣٠٠٠ طن متري الومينا، ٦٦٠٠٠ طن متري فحم بترولي، ١٦٠٠٠ طن متري قار، ٦٠٠٠ طن متري فلوريد الالمنيوم و٢٥٠٠ طن متري كرايوليت.

مصادر المواد الاولية

## محطة الطاقة

لتوفير المقدار الهائل من الطاقة الكهربائية اللازمة لعملية الصهر والمرافق الاخرى اقامت **البا** محطة توليد خاصة بها في المصنع. تضم المحطة اربعة وعشرين مولدا توربينيا تعمل بالغاز الطبيعى وتصل طاقتها الى ٤٨٠ ميجاوات (عندما تكون الحرارة الجوية ١٥ درجة مئوية)

مراقبة واحد من الاربع وعشرين توربينا بمحطة الطاقة

تستهلك التور بينات اكثر من أربعة ملايين متر مكعب من الغاز الطبيعى يوميا وتعمل على مدار ٢٤ ساعة فى اليوم طوال السنة ولا يمكن القيام، باعمال الصيانة الشاملة للتوربينات الا خلال أشهر الشتاء حين تعلو كثافة الهواء وتساعد على رفع معدلات التوليد من الطاقة. ولقد أتمت التوربينات، منذ تشغيلها، اكثر من مليوني ساعة متواصلة.

## إنتاج الأنود

تتولى دائرة الكربون انتاج كتل الانود التى تستخدم لعملية الصهر. وفي هذا القسم يتم تهشيم الفحم البترولى (فحم الكوك) الى جزئيات صغيرة ويمزج مع القار لتشكيل عجينة لدنة

وحدة تنقية غازات أفران الأنود

تأخذ طريقها الى مكبس خاص وتخرج منه على هيئة كتل مكعبة توضع داخل افران ضخمة تصل حرارتها الى ١٢٠٠ درجة مئوية، وتبقى سبعة عشر يوما لتجفيفها. وخلال هذه المدة تتبخر المواد الطيارة والغازات الموجودة في القار مخلفة مادة الكوك (الفحم البترولي) التي تمتزج وتتماسك مع الكوك الأصلي لتكوّن قوالب من الأنود الصلب والمقاوم للحرارة.

وتم مؤخرا ربط افران التجفيف بوحدة تكثيف وترسيب اليكتروستاتية مصممة خصيصا لامتصاص الدخان والغازات المنبعثة من تلك الافران ومنعها من الانتشار في الجو.

ترسل قوالب الانود الى قسم التقضيب حيث تثبت فيها قاعدة فولاذية متصلة بقضيب من الالمنيوم الغرض منه تعليق الانود في الخلية لتوصيل التيار الكهربائى اليها. تستعاد اعقاب الانود المتبقية لتصنيعها ثانية كذلك يعاد استخدام قضبان التوصيل.

تحرص دائرة الكربون على توفير مخزون من الانود الجاهز يكفى لمدة شهر لتأمين استمرار عمليات الصهر. يصل معدل استهلاك الانود الى قرابة ٠,٤٥ طن متري لكل طن متري من الالمنيوم.

ويزن قالب الانود الواحد ٤٩٠ كيلوجرام. وينتج معمل الانود في **البا** اكثر من ٢٠٠٠٠٠ قالب سنويا.

تثبيت قاعدة التعليق في كتلة الانود.

## المصهر

يتكون المصهر حاليا من ستة عنابر تضم ٦٠٨ خلايا صهر. ويبلغ طول كل من العنابر الاربعة الاصلية ٦٦٠ مترا وفى كل منهما صفين من الخلايا ويتكون كل صف من ٥٧ خلية اما العنبران الخامس والسادس فطول كل منهما ٤٣٧ مترا وبه صفين من الخلايا يتكون كل صف من ٣٨ خلية وهذان العنبران جزء من التوسعه التى اكتملت فى عام ١٩٨١.

ان الخلايا في كل عنبرين متجاورين، متصلة ببعضها على التوالى، كهربائيا، وتشكل خط انتاج واحد. ويمر خلال خطى الانتاج الاول والثانى طاقة كهربائية قوتها حوالى ١٠٨٠ فولت لدفع تيار مباشر بقوة ١٠٨٠٠٠ امبير. اما الطاقة الموجهة الى الخط الثالث الحديث فتبلغ ٦٨٠ فولت لدفع تيار مباشر بقوة ١١٧ الف امبير.

وهناك عدد من الآليات المتحركة مصممة خصيصا للمصهر، منها عربة لنقل الالومينا من الصومعة الكبيرة الى الخلايا وتفريغة. اما كتل الانود المستهلكة فانها تستبدل بواسطة آلية تغيير الانود ويتم تهشيم الطبقة السميكة التى تتشكل على سطح المزيج المنصهر في الخلية بواسطة آلية ذات دولاب شعبى ضخم. والغرض من التهشيم تمكين تغلغل المزيد من مسحوق الالومينا داخل مزيج الصهر ومنع تكون الغاز وارتفاع الضغط في الخلية. اما الالمنيوم المنصهر فيستخرج باستعمال بوتقة سفط متنقلة تعمل بالهواء المضغوط مثبتة الى رافعة جسرية. وعندما تمتلىء البوتقة تفرغ فى بوتقة مكشوفة تجرها قاطرة خاصة الى المسبكة.

وهناك جهاز كومبيوتر ضخم يتولى مراقبة عملية الصهر لكافة العنابر وتنظيم منسوب التيار الكهربائى في كال خلية فضلا عن توفير الاشراف واعطاء عدد من التقارير الروتينية عن سير عملية الصهر في كل خلية.

عملية تهشيم القشرة

رفع مجموعة من قوالب السحب، من وحدة التبريد المباشر

## المسبكة

يعتبر السبك من اقدم الاساليب لانتاج السبائك المعدنية. وكانت العملية في الاصل تتم بصب المعدن المنصهر في قوالب من الرمل ويترك حتى يتصلب وتلك طريقة بطيئة وتحتاج الى اعداد قوالب جديدة في كل مرة.

ولتأمين النوعية العالية للمعدل الضخم من الانتاج في عصرنا، طورت التكنولوجيا تطورا هائلا واصبحت القوالب تصنع الآن من الفولاذ وغيره من المعادن ومميزة هذه القوالب بطبيعة الحال استخدامها المرة تلو الاخرى.

تنتج مسبكة الفا اربعة اصناف من السبائك:

- السبائك المعيارية وتشكل معظم الصادر من الانتاج ويعاد صهرها للتصنيع.
- السبائك الثانية لكونها على شكل الحرف T وبحجم اكبر من السبائك المعيارية ويعاد ايضا صهرها للتصنيع.
- قضبان السحب بدليل الاسم ويستخدم لانتاج تشكيلات من الاعمدة والقضبان بطريقة السحب او التبليغ.
- قوالب الدرفلة وتستخدم من قبل مصانع الدرفلة لانتاج الصفائح والالواح والرقائق.

تمتاز قضبان السحب وقوالب الدرفلة بخصائص فلزية ممتازة ويتم انتاجها باستعمال احدث معدات السبك اضافة الى الانواع الاربعة بامكان الفا اعداد مصنع الكابلات (ميدال) ومصنع رذاذ الالنيوم في البحرين بما يصل الى ٢٥ الف طن من الالنيوم المنصهر سنويا.

ان عمليات انتاج ماتقدم ذكره من اصناف، تبدأ بوصول الالنيوم المنصهر من عنابر الصهر، يفرغ الالنيوم في ما يعرف بافران الخلط او المزج تضاف اليه النسب المطلوبة من المعادن الاخرى وفقا للمواصفات مثل السليكون والمغنيسيوم والنحاس والحديد والمنغنيز كما ويضاف التيتانيوم والبورون من اجل تكرير البلورات.

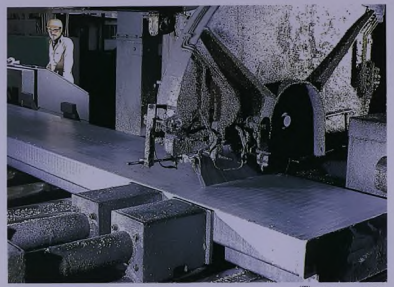
ومن ثم يحول المعدن المصهور الى افران الحفظ تمهيدا لصبه في القوالب. واثناء الصب يكنسط سطح السبيكة للتخلص من الخبث. يصب الالنيوم في خط من القوالب الفولاذية المتحركة او في ما يعرف بوحدات التبريد المباشر.

هنالك خطين من القوالب المتحركة لصب السبائك المعيارية. يبلغ انتاج كل منهما قرابة ١٥ طن مترى في الساعة. الخط الاول مجهز بوسائط اوتوماتيكية لصف السبائك بالتصاف مع ناقلة للقوالب اما الخط الثاني فمجهز بقناة لتبريد السبائك حيث تخرج منها السبائك وتصف يدويا.

عملية تبريد السبائك بالماء







عملية قطع سبيكة ثانية (T)

ومن كلا الخطين تصف السبائك على هيئة رزم متصالبة زنة الواحدة طن مترى تقريبا بعد ذلك تحزم وتنقل الى ساحة التخزين تمهيدا للنقل والتصدير.

وهناك اربع وحدات للتبريد المباشر لانتاج قضبان السحب والسبائك الثانية وقوالب الدرفلة. وتختلف العملية فيها اختلافا تاما عن خطوط صب السبائك المعيارية حيث يترك الالنيوم يبرد ويتصلب تلقائيا.

يصب الالنيوم المصهور من فرن الحفظ في قاعدة قالبية يحيط بها غلاف بارد ويمجرد تماس الالنيوم المنصهر بالغلاف البارد فانه (يتجمد) متخذا شكل القالب وفي نفس الوقت يتم انزال القالب على مهل حتى يصل الى عمق سبعة امتار تقريبا وتعتمد سرعة التنزيل على المقطع العرضي الذي يجري صبه وتركيبته الفلزية. كما ويتم تبريده اكثر وذلك برشحات متلاحقة من الماء البارد بمعدل يصل الى ٦٥٠ جالون في الدقيقة (شكل ١).

بعد اكتمال عملية الصب ترفع القوالب بالنسبة للسبائك الثانية وقوالب الدرفلة فانها تقطع بمنشار حسب المقاسات المطلوبة، اما قضبان السحب، فتظرا لطبيعة عملية التبليغ فانها تخضع لدفعة من المعالجة التالية:

يتم تعريض دفعة من القضبان المذكورة لمعالجة حرارية لمدة سبع ساعات متواصلة وتسمى (المهاجمة) وتتم في افران خاصة حيث تسخن تدريجيا الى ان تقارب حرارتها درجة الارتخاء، يعقب ذلك تسقية سريعة بالهواء البارد المضغوط في غرف تبريد خاصة قبل تطعيمها بالمنشار الآلي.

ومن شان هذة المعالجة توحيد التركيبة الداخلية لقضبان السحب لاجل الحصول على نوعية افضل من الاعمدة والقضبان. كما وتفحص بواسطة جهاز خاص يصدر موجات فوق صوتية للتأكد من عدم وجود اية شروخ داخلية.

ويتم ايضا نقل المنيوم منصهر في بواتق خاصة من المسبكة الى مصنعين مجاورين هما مصنع الشرق الاوسط للكابلات (ميدال) ومصنع البحرين لرذاذ الالنيوم.

وتلعب دائرة الميتالورجيا دورا حيويا في العديد من مراحل المسبكة، فهي تقوم بفحص وتحليل تركيبة الانتاج قبل واثناء وبعد الصب للتاكد من ان كل طلبية مستوفية للمواصفات والشروط ونسب العناصر الفلزية الاضافية كما وتقوم الدائرة بالمراقبة النوعية والتاكد من عدم خروج سوى المنتجات ذات الجودة العالية من المصنع.

وهنا كما في المختبر، توجد احدث المعدات والاجهزة للتحليل وفحص العينات بامكانها تقديم ادق التفاصيل واعطاء النتائج بمنتهى السرعة وبذلك تحول دون التاخيرات الباهظة.

تبلغ نسبة نقاوة المنيوم الفا ٩٩,٨٥ في المئة واكثر وما تبقى عبارة عن حديد وسليكون، ناتج الى حد ما عن عملية الصهر علاوة على مقادير ضئيلة من عناصر نزرة مثل الفاناديوم والتيتانيوم والجاليوم.

مشهد جانبي لوحدة التبريد المباشر

شكل ١

المختبر

تعتمد **البا** مثل غيرها من المؤسسات الصناعية الكبرى على عدد من الدوائر المعاونة الرئيسية. وهذة الدوائر هي التدريب، شئون الموظفين ، الصيانة ، الهندسة ، المخترب ، المالية ، العلاقات العامة ، الدائرة الطبية ، دائرة الخدمات الادارية ودائرة حماية المصنع. وتضطلع كل من هذه الدوائر بواجباتها ودورها المحدد في الانشطة اليومية للمصنع.

ولقد اصبحت **البا** رائدة في الخليج في مجال اعتماد وتطوير نظم الكومبيوتر. ويستخدم الكومبيوتر لكثير من المهام والوظائف مثل مراقبة المخزون من المواد واعداد ومتابعة معاملات الطلبيات واعداد كشوف الرواتب وسجلات الموظفين وتخطيط الصيانة واعداد الميزانية وتسجيل دوام العاملين وما الى ذلك.. ويخضع «الكومبيوتر المركزي الرئيسي» لرفع فعالياته وتنويع وظائفه وبرامجه لبلائم المتطلبات المتزايدة والمستجدة من المعاملات الادارية والحاسبية على كافة المستويات وخاصة تلك التي تستوجب نظام الاتصال المباشر.

الكمبيوتر

لقد ادى الاهتمام بتوفير الرعاية للموظفين الى ايجاد خدمات طبية شاملة، ولدى **البا** عيادة طبية مجهزة للحالات الطارئة والعلاج الطبي على مدار ٢٤ ساعة في اليوم للموظفين فضلا عن سكان القرى المجاورة.

وتقوم الدائرة الطبية باجراء الفحوصات الطبية الشاملة للافراد قبل توظيفهم ومن ثم تستمر في تقديم الرعاية والعلاج والفحوصات الجسمانية على نحو دوري والاهتمام بالمخاطر الصناعية وظروف العمل الخاصة بالمصهر. ونتيجة للوقاية والرعاية، فقد انخفض معدل الوقت الضائع نتيجة للامراض الى اقل من ٢ في المئة منذ عام ١٩٧٦.

هناك ايضا اهتماما كبيرا في مجال توفير السلامة والحماية للعاملين وهناك برامج ناجحة في مجال الوقاية من الحوادث تمارس بشكل متواصل. وتستمر **البا** حاليا في المحافظة على معدل تكرار الحوادث عند نسبة تقل كثيرا عن المعدل العالمي في صناعة الصهر.

احد الموظفين تجرى له الفحوصات الطبية

مصنع الدرفلة

بما ان **البا** من اكبر الشركات في البحرين فانها بطبيعة الحال، تلعب دورا حيويا في اقتصاد البلاد.

يقسم صافي الانتاج الجاهز من الالمنيوم بين

شركة البحرين لرذاذ الالمنيوم

المساهمين كل حسب حصته، وعندما بدأت الشركة الانتاج اول مرة في عام ١٩٧١ كانت حصة حكومة البحرين ١٩ في المئة فقط وخلال السنوات التالية زادت حصة الحكومة الى ان بلغت ٧٧,٩ في المئة نتيجة لقيام الحكومة بشراء حصص بعض المساهمين في الشركة . وحان الوقت، حينئذ، لتشكيل جهاز تسويق مستقل يتولى بيع حصة البحرين من انتاج **البا** في الاسواق العالمية.

واطلق على ذلك الجهاز اسم شركة البحرين للالمنيوم (بالكو). الا ان الاسم تغير في عام ١٩٨٢ حيث اصبح الشركة البحرينية السعودية لتسويق الالمنيوم وذلك اثر شراء الحكومة السعودية اسهم من حكومة البحرين بنسبة ٢٠ في المئة واصبحت بها شريكة في الانتاج وكان ذلك عام ١٩٧٩ ومع ذلك بقي الاسم المختصر (بالكو) للتعامل به في اسواق التصريف.

ونتيجة لذلك فان ٧٧,٩ في المئة من الانتاج او ما يقارب ١٣٦ الف طن متري من الالمنيوم تتولى تسويقه شركة (بالكو) في السوق الفورية. بينما يقوم اصحاب الحصص الباقية باستلام وتسويق حصصهم.

وكانت بلدان الشرق الاقصى وجنوب شرق آسيا هي الاسواق التقليدية والرئيسية لتصريف منتجات **البا** من الالمنيوم الاساسي. غير ان السنوات الاخيرة شهدت تزايدا كبيرا في حجم المبيعات الى اسواق دول مجلس التعاون الخليجي. واصبحت **البا** تغطي الآن، من خلال شركة بالكو، اكثر من ٨٠ في المئة من احتياجات تلك الدول.

ومنذ اوائل السبعينات شهدت منطقة الخليج توسعا كبيرا في القطاع الصناعي وكانت **البا** هي اول مشروع صناعي ضخم وكثير من الاستشارات الاجنبي كانت صناعات تحويلية واصبح الآن لدى عدد من اقطار الخليج مصنع المنيوم تحويلي واحد على الاقل.

ويوجد في البحرين ، حاليا ، اربعة مصانع تحويلية هي:

بلكسيكو

شركة البحرين الدولية لرذاذ المعادن ـ تأسست عام ١٩٧٢ وتنتج المنيوم مسحوق يستعمل في الطلاء البحري والصناعي ومواد التفجير وما الى ذلك.

شركة البحرين لسحب الالمنيوم (بلكسيكو) التي تأسست عام ١٩٧٧ وتنتج تشكيلات متنوعة من الاعمدة والقضبان والشرائح.

شركة ميدال للكابلات المحدودة ـ تأسست عام ١٩٧٨ وتنتج تشكيلات متنوعة من الموصلات والكابلات التي تستخدم لشبكات نقل الكهرباء الى المناطق الوعرة والنائية.

شركة الخليج لدرفلة الالنيوم (جارمكو) ـ تأسست عام ١٩٨٦ وتنتج لفائف وصفائح الالمنيوم لمختلف الصناعات.



مصنع كابلات الالمنيوم

رغم استيراد جانبا كبيرا من احتياجات **البا** من المواد الاولية، الاان الشركة تنفق اكثر من ٢٥ مليون دينار سنويا في البحرين مقابل شراء الغاز و الخدمات والتجهيزات والمعدات من السوق المحلية بالاضافة طبعا الى ما تدفعة من رواتب واجور للموظفين.

ان **البا** ليست مجرد مشروع لانتاج الالنيوم بل هي ايضا مشروع لتأهيل ورفع مستوى المواطنين.

وخلال الاعوام المتواصلة من النشاط في بلاد لم يكن لدى سكانها اى وعى وفهم تقريبا في مضمار التصنيع ناهيك عن الصناعة الثقيلة بالذات، استطاعت **البا** الارتقاء بموظفيها الى مستوى مشرف بحيث يشكل البحرينيون اكثر من ٨٠ في المئة من مجموع الايدي العاملة واكثر من ٧٥ في المائة من الاداريين في الشركة.

وبفضل خطط ومناهج التدريب المتنوعة في **البا**، امكن خلق جيل من المواطنين يتمتعون بالمهارات والكفاءات الفنية العالية التي تؤهلهم للعمل ليس في المصهر وحسب بل وفي مختلف القطاعات الصناعية والمهنية في البحرين وفي المنطقة باسرها.

لقد قوبلت سياسة الشركة الرامية الى تطوير كفاءات البحرينيين بحماس شديد بين كافة العاملين. وهناك برنامج واسع للتطوير المهني موجه للموظفين على كافة المستويات، انها لسياسة ثابتة لتطوير المهارات التي تحتاجها **البا** من بين موظفيها وعندما يتم تعيين موظفا اجنبيا، فذلك على اساس ان يكون من صلب وظيفته المساعدة على تدريب واعداد نظير بحريني يأخذ مكانه.

وهناك دائما عدد من موظفي **البا** يتلقون مختلف الدورات الدراسية والتدريبية او ملحقون في دورات خارجية تتراوح بين برامج تعريف ليوم واحد الى دورات لدوام كامل او جزئي في كلية الخليج للتكنولوجيا الى ثلاث او اربع سنوات دورات تخصص في الكليات والجامعات في مختلف ارجاء العالم.

ولدى الشركة ايضا الامكانيات والاستعداد لادارة وتسيير مركز التدريب المقام للمصنع وتجمع برامج التدريب في الشركة بين التدريب في موقع العمل وتلقي الدروس والتوجيه في المركز. وتشتمل المناهج المتوفرة على التدريب المهني واعداد المهارات والتأهيل الاداري. ولدى **البا** ايضا مشروع للتلمذة المهنية مدته ثلاث سنوات وقد اصبح نموذجا اخذت به الحكومة في مشروعها الخاص بالتلمذة المهنية.

في عام ١٩٨١ ولمساعدة الموظفين البحرينيين الذين لا يمتلكون مساكن خاصة بهم اعدت الشركة ونفذت مشروع الاسكان المعروف باسم الباسكان يقوم على اساس ان الشركة تقدم للموظف الذي يحق له الانتفاع بالمشروع، هبه تتراوح بين ٦٠ في المئة كاقصى حد و ٤٥ في المئة كادنى حد من قيمة الوحدة السكنية ويتعين على الموظف تسديد ٥ في المئة من الكلفة بينما تكفله الشركة للحصول على قرض مصرفي لتمويل الباقي من قيمة الوحدة السكنية، تبنى على قسيمة مجانية تخصصها وزارة الاسكان للمنتفع أو قسيمة مملوكة للموظف نفسه.

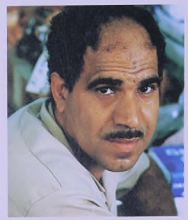
وحتى يومنا تم انجاز اكثر من مائة وعشرين وحدة سكنية ضمن المشروع وهناك خطط اخرى للاستمرار في انشاء وحدات سكنيه خلال السنوات القادمة.

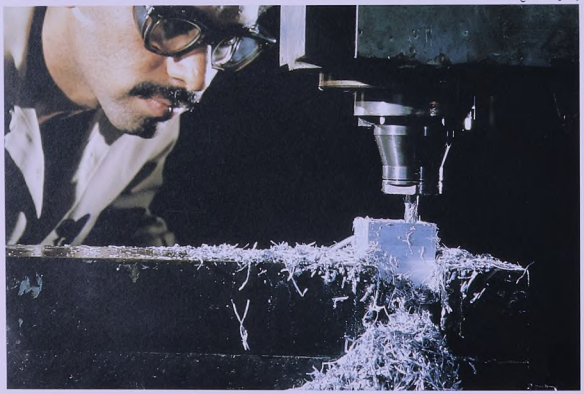
ان مشروع الباسكان للوحدات السكنية لم يكن ممكنا لولا جهود كافة العاملين وحرصهم على تحقيق الثوفير من اعتمادات الانفاق وتكاليف الانتاج.

تسهم **البا** بدور ايجابي نحو المجتمع البحريني اعظم بكثير من مجرد ذكر العوائد المالية والانفاق للرواتب والخدمات والتعهدات.

وتمثل العلاقات الاجتماعية جانبا رئيسيا من نهج الشركة ويمكن لكثير من الانشطة الاجتماعية والرياضية والخيرية الاعتماد على الدعم والاسهام من **البا** وليست مراكز المعوقين والعجزة والمدارس والمستشفيات سوى بعض من المؤسسات المنتفعة بما تقدمه **البا** من هبات مالية ودعم مادي.

عندما يكون المرء موظفا في **البا** فان له مكانة متميزة في المجتمع، قوية كفوءة ومحترمة وتشكل جزءا من كيان بحريني فريد ، جزءا من انتاج الالنيوم الذي يصدر الى جميع ارجاء العالم حاملا علامة الفخر والاعتزاز "**صنع في البحرين**". عندما يكون المرء موظفا في **البا** فانه جزء من مستقبل البحرين المزدهر.





# Facts and Figures

# وقائع وأرقام

## Dimensions

| | | |
|---|---|---|
| Size of Plant Site | : | 1.2 sq. kms. |
| No. of Potrooms | : | 6 |
| No. of Pots | : | 608 |
| Length of Potrooms | 4 of : | 660 metres |
| | 2 of : | 437 metres |
| No. of Gas Turbines | : | 24 |
| Length of Ropeway | : | 10 km. |
| No. of buckets on Ropeway | : | 160 |

## Plant Capacities

| | | |
|---|---|---|
| Production of finished metal | : | 175000 mt/year |
| Production of baked anodes | : | 98000 mt/year |
| Generation of electricity at 15°C | : | 480 MW |

## Approximate Consumption & Sources of Raw Materials

(Based on 175000 mt/year of finished metal)

| | Consumption | Source |
|---|---|---|
| Gas | : 1 million m³ per day | : Bahrain |
| Alumina | : 343000 mt/year | : Australia |
| Aluminium Fluoride | : 6000 mt/year | : Italy/Japan |
| Cryolite | : 2500 mt/year | : Italy/Japan |
| Coke | : 66000 mt/year | : U.S.A. |
| Pitch | : 16000 mt/year | : Australia/Germany |

## الأبعاد

| | | |
|---|---|---|
| مساحة أرض المصنع | ١,٢ | كيلو متر مربع |
| عدد قاعات الصهر | ٦ | عنابر |
| عدد خلايا الصهر | ٦٠٨ | خلايا |
| طول كل من عنابر الصهر الأربعة الأصلية | ٦٦٠ | متر |
| طول كل من العنبرين الإضافيين | ٤٣٧ | متر |
| عدد توربينات الغاز | ٢٤ | توربينا |
| طول أسلاك الحوامل | ١٠ | كيلومتر |
| عدد الدلاء العاملة على أسلاك الحوامل | ١٦٠ | دلو |

## حجم الانتاج

| | | |
|---|---|---|
| الانتاج من الألمنيوم الخام | ١٧٥٠٠٠٠ | طن متري سنويا |
| الانتاج من كتل الأنود | ٩٨٠٠٠٠ | طن متري سنويا |
| انتاج الطاقة من الكهرباء | ٤٨٠ | ميجاوات |
| متوسط استهلاك الغاز الطبيعي | ١ | مليون متر مكعب يوميا |

## الاستهلاك التقريبي من المواد الأساسية ومصادرها

(بالنسبة لانتاج ١٧٥ الف طن متري سنويا من الألمنيوم الجاهز)

| | حجم الاستهلاك | المصدر |
|---|---|---|
| الغاز الطبيعي للتشغيل | ١ مليون متر مكعب يوميا | البحرين |
| الألومينا | ٣٤٣٠٠٠ طن متري سنويا | استراليا |
| فلوريد الألمنيوم | ٦٠٠٠ طن متري سنويا | ايطاليا واليابان |
| الكريوليت | ٢٥٠٠ طن متري سنويا | ايطاليا واليابان |
| فحم الكوك | ٦٦٠٠٠ طن متري سنويا | الولايات المتحدة الأمريكية |
| القار | ١٦٠٠٠ طن متري سنويا | استراليا والمانيا |

Although a large part of ALBA's material requirements has to be imported, the company annually contributes over BD 25 million to the economy through the hire of services, the local purchase of gas, spares and equipment and, of course, the payment of salaries.

ALBA though is not just an investment in metal production. It is an investment in people: the people of Bahrain.

In a country where previously the local people had almost no background in manufacturing let alone heavy industry, ALBA has reached a level where nationals comprise over 80 percent of the total workforce and over 75 percent of the management positions.

Training is provided across a wide range of disciplines giving many Bahrainis professional skills or technical abilities applicable not only to the smelter, but a great diversity of industrial applications.

Enthusiasm for the Company's manpower development policy has spread throughout the workforce.

A comprehensive programme for career development aimed at all grades of employees is operated and it is a firm policy to develop the skills which ALBA needs from within its own people. Where an expatriate is employed it is on the basis that a specific part of his job is to assist in the training of his replacement.

At any one time a number of ALBA people will be on various courses or attachments ranging from one day induction programmes to full or part-time courses at the Gulf Technical College, through to three or four year degree courses in Colleges and Universities throughout the world.

Combined with on-the- jobtraining, the Company also runs training programmes at its on-site training centre. Courses available range from trade skills to management training. ALBA also operates a Three year apprenticeship scheme that has become a model for the Government's own scheme.

In 1981, to assist national employees who do not own their own house, the company introduced a housing scheme where a grant, ranging between a maximum of 60 per cent to a minimum of 45 per cent, is provided towards the cost of building a house; the employee finds 5 per cent of the cost and he is given a company guaranteed bank loan for the remaining cost of the building.

The 'Albaskan Housing Scheme' was made possible through the cost saving achievements of ALBA employees themselves.

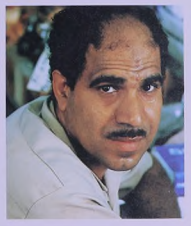
To date, well over one hundred houses have been completed with plans for further construction over the years to come.

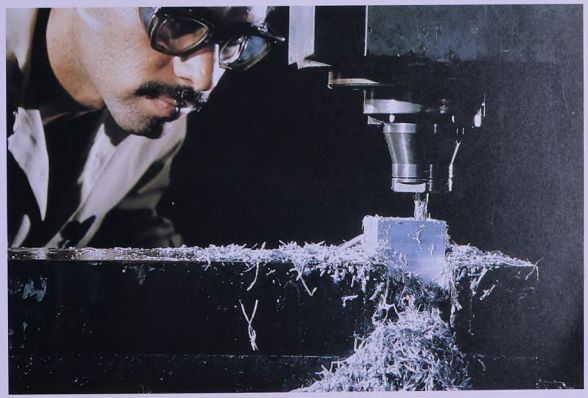
ALBA takes an active role in the whole fabric of Bahrain's Society — its total contribution far greater than a financial analysis of sales, wages, contracts and services.

Community relations form an integral part of company policy and many social, charitable and sporting activities can count on the support and participation of ALBA. Centres for the handicapped and elderly, schools, and hospitals are but a few organisations to benefit from donations and material support each year.

To be an ALBA employee is to have a place in the community, it is to be solid, well trained and respected. It is to be part of something uniquely Bahraini, part of the production of aluminium shipped throughout the entire world carrying the proud stamp "Made in Bahrain".

To be an ALBA employee is to be part of Bahrain's future.





# Support Services

*Laboratory*

*Computer*

Like any major industrial operation, ALBA is also dependent on a number of key support departments: Training, Personnel, Maintenance, Engineering, Laboratory, Finance, Public Relations, Employee Relations, Medical, Management Services and Plant Protection. Each play their own special part in the plant's day-to-day activities.

ALBA has become a leader in the Gulf in the development of computerised systems. Already performing many functions such as stock control, order monitoring, payroll, maintenance planning, budgetary control and time and attendance, etc. the "main frame computer" is regularly being upgraded enabling the continuing demands for data processing developments, particularly on-line systems to be met.

Concern for employee welfare has led to the provision of comprehensive medical services. The ALBA medical centre provides emergency medical care on a 24-hour basis for employees as well as for the people in nearby villages.

It undertakes pre-employment medical examinations and full physical examinations with special attention being paid to industrial hazards peculiar to a smelter. As a result, lost time due to illness has been less than two per cent since 1976.

Considerable emphasis is also placed on the importance of safety and a successful policy in the field of accident prevention is pursued. Today, ALBA continues to maintain an injury frequency rate that is well below the international average for the smelting industry.

*An employee undergoes a medical check-up*



# Contributions to Bahrain

*Garmco*

As one would expect of one of Bahrain's largest companies, ALBA plays a vital role in the economy of the country.

Net finished production is divided between the shareholders in proportion to their holding.

*Bahrain Atomisers*

When the Company first started production in 1971, the Bahrain Government share was only 19 per cent. During the ensuing years the Government's share rose to a level of 77.9 percent through the purchase of other shareholders' stakes in the company.

It was then felt that it was time to establish a marketing organisation to handle Bahrain's aluminium sales throughout the world.

The company formed to do this was originally called Balco- The Bahrain Aluminium Company. In 1982 the name changed to the Bahrain Saudi Aluminium Company, following the Saudi Government's purchase of 20 percent of the Bahrain Government's share in ALBA.

The name Balco however was retained for marketing purposes.

As a result 77.9 per cent, or some 136,000 tonnes of metal, is sold on the open market by Balco whilst the two smaller shareholders handle their own marketing.

The principal areas for the sale of ALBA's metal has traditionally been the Far East and South East Asia. However, in recent years there has been a substantial increase in sales to Gulf Co-operation Council (GCC) States, to the extent that over 80 percent of this region's aluminium requirements are today supplied by ALBA through Balco.

*Midal Cables*

Since the early 1970's there has been a big increase in industrialisation in the Gulf.

ALBA, itself, was the first major example of this. Much of the investment has been in manufacturing industries and now several Gulf countries have at least one aluminium semi-fabricating plant.

*Balexco*

Bahrain now has four downstream aluminium industries:

Bahrain Atomisers (BAI) — established in 1972 and producing atomised power for use in paints, explosives etc.

Bahrain Aluminium Extrusion Company (Balexco) established in 1977 to produce a wide range of aluminium profiles, and sections.

Midal Cables, established in 1978 to produce overhead transmission conductors and a wide range of other cables.

Gulf Aluminium Rolling Mill Company (Garmco), established in 1986 to produce plate and sheet aluminium products.

*Lifting extrusion billets from the Direct Chill (DC) Caster*

## Casthouse

Casting is one of the oldest processes for producing metal products. Originally all casting was done by pouring the molten metal into a sand mould and allowing it to solidify. This was a slow method and required a new mould for each casting.

To ensure the quality of today's mass production, technology has improved dramatically and moulds are now made primarily of steel as well as other metals, and of course can be used repeatedly.

In ALBA's Casthouse, four types of products are cast:

- Standard ingot — used for remelting and in which form the great majority of metal is shipped.
- T-ingot — a larger version of standard ingot.
- Extrusion billet — as the name implies, used for extrusion of aluminium profiles, or sections.
- Rolling ingot or slab — used in rolling mills for plate, sheet and foil production.

The latter two products are metallurgically of a much higher standard and are produced using more sophisticated casting equipment. Additionally, up to 25,000 tonnes of molten metal can be supplied to local customers–Midal and Bahrain Atomisers, each year.

The casting of all products begins with the delivery of the liquid metal from the potrooms. This is poured into mixing furnaces and prepared, to meet the required alloy specification, with the addition of elements such as silicon, magnesium, copper or iron, etc. Titanium and boron can also be added for the purpose of grain refining.

The liquid metal is then transferred to holding furnaces for casting, the metal surface having been skimmed clean to remove all the "dross".

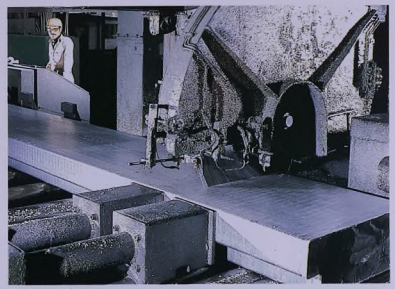
The aluminium is cast either on solid mould ingot conveyors or direct chill (DC) casting machines.

The two solid mould ingot casters both have speeds of approximately 15 tonnes per hour. One however has an automatic ingot stacker in tandem with the mould conveyor whilst the other relies on manual stacking.

*Water cooling standard ingots*







*Cutting a tee ingot*

From both machines the ingots are stacked in the finished configuration of interlocking bundles weighing one tonne, banded and then stored for shipment.

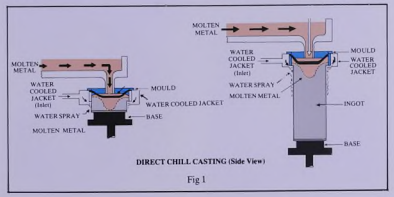
The four DC casting machines operate using an entirely different method to form extrusion billet, rolling ingot and T-ingot.

From a holding furnace, molten metal is poured into a mould — but unlike the standard ingot conveyor the metal is not just left to cool on its own.

Each mould has a solid base or mould bottom and a water-cooled jacket surrounding it. As the metal comes into contact with the cool sides it 'freezes' in the shape of the mould.

At the same time, the bottom is lowered slowly until the cast ingot reaches a length of up to seven metres at a rate determined by the cross-section being cast and its alloy specification.

It is cooled further by jet sprays of cold water at rates of up to 650 gallons per minute (Fig 1).




**DIRECT CHILL CASTING (Side View)**

Fig 1

On completion, T-ingots and rolling ingots are cut to the lengths required by customers and sent for shipment. However, billet, due to the nature of the extrusion process, undergoes further treatment.

Each load receives heat treatment for a seven hour cycle (homogenising), raising the temperature of the metal to just below its softening point. This is followed by quenching with cold air in a cooling chamber prior to sawing.

This treatment modifies the internal structure to allow better quality extrusions to be made.

Liquid metal is also transported in cruicibles from the casthouse to the two local aluminium users, Midal and Bahrain Atomisers — both of which are located near the ALBA plant.

At various stages of the casting operation, the Metallurgy Department will make checks on the composition of the metal and addition of alloying elements, and perform other quality checks to ensure that only the highest quality product leaves the plant.

Here, as in the laboratory, a wide range of sophisticated equipment is available to analyse samples, enabling accurate checks and quick turn-around of results, avoiding costly delays.

ALBA's metal is a minimum 99.85 per cent pure, the balance being made-up mainly of iron and silicon. These are built-in, to some degree, from the reduction process, together with small amounts of trace elements such as vanadium, titanium and gallium.

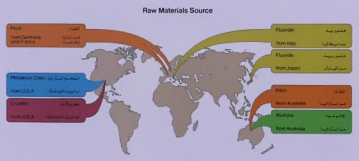
*Marine Terminal*

## Marine Terminal

Imported raw materials are unloaded 10km out to sea at the Marine Terminal, ALBA's own island created artificially on the edge of the eastern reef. The main raw materials used in the aluminium smelting process are: alumina from Western Australia; petroleum coke from USA and bulk pitch from Germany, France or Australia. Cryolite from USA and Italy and fluoride from Japan and Italy, the other materials used in the plant are imported through Mina Sulman.

The 152 metre long jetty can accommodate vessels up to 40,000 tonnes dwt. The materials are stored at the island and are transported by ropeway and road to the plant silos as required.

For one year's production of 175,000 tonnes ALBA needs to import approximately 343,000 tonnes of alumina, 66,000 tonnes of petroleum coke, 16,000 tonnes of pitch, 6000 tonnes of aluminium fluoride and 2,500 tonnes of cryolite




## Power Station

To provide the electricity required in the reduction process, ALBA has its own power station. 24 gas turbines from the Com-

*Monitoring one of the 24 gas turbines*

pany's power complex use over four million cubic metres of gas per day, 365 days a year, giving a rated generating capacity of around 480 MW. (at 15°C ambient)

Only during the cooler winter months when the air density is higher enabling the output to be increased, is it possible to carry out vital maintenance.

Since installation, the turbines have completed a total running time in excess of 2 million hours.

## Anode Manufacture

The anodes consumed in the reduction process are manufactured in the Carbon Department. Petroleum coke is crushed into various sizes, then blended with pitch to form a paste. The paste is pressed into anode blocks and baked in kilns for a period of 17 days, reaching a temperature of 1250°C. In the baking process the volatiles of the pitch evaporate and the remainder becomes coke, binding together with petroleum coke, forming a solid, heat resistant, carbon anode.

A specially designed electrostatic precipitation plant, installed at a cost of over half a million Dinars, ensures that emissions from the anode baking kilns are virtually eliminated.

In the Rodding Department,an aluminium rod with a steel fixture is inserted into each block and sealed with cast iron. The rod enables the anode to be suspended in the pot and also acts as the electrical conductor. Anode butts are recovered and re-cycled and the rods are also re-used. One month's stock of anodes is maintained at all times to ensure the continuity of the process. Anodes are consumed in the reduction process at the rate of almost .45 tonnes for each tonne of aluminium. Each anode weighs 490 kg and ALBA's Carbon Department produces around 200,000 blocks a year

*The kilns flue gas cleaning plant*

*Sealing a rod to an anode*

## Reduction-Potrooms

ALBA currently has six potrooms with a total of 608 pots. The original four potrooms are 660 metres long and house two rows of 57 pots each, whilst the other two potrooms, part of an expansion programme completed in 1981, are 437 metres long and house two rows of 38 pots each. Pots of two potrooms are electrically connected in series to form one potline. About 1,080 volts are applied across each of the two original potlines driving a direct current of about 108,000 ampères, whilst 680 volts are applied across the 'new' potline (117,000 ampères).

Special purpose vehicles and equipment are used in the potroom operation:

- Anode assemblies are replaced by the anode changer.
- Alumina is brought from the silo and fed to each pot by the alumina charger.
- The crust covering the melt is broken by a crust-breaker to allow more alumina to dissolve in the bath.
- Molten metal is extracted from the pot by a vacuum crucible which travels by overhead crane. When full, it is taken by tractor and trailer to the Casthouse.

A powerful process-control computer is used to regulate the voltage of each pot. It also provides Supervisors with a number of routine reports on process details.

*A crust-breaker in operation*

# The Process

The smelting process used by ALBA to produce aluminium, is known as electrolytic reduction and with the exception of a few variations, is the same method discovered by Heroult and Hall in 1886.

Alumina is separated by direct current into its two main constituent parts of oxygen and aluminium metal in a bath of molten cryolite (melt) about 965°C.

This electrolysis takes place in a carbon-lined steel vessel called a cell or pot (Fig. 1). Carbon blocks, suspended from above and partially immersed in the melt, act as anodes whilst the carbon lining of the pot acts as a cathode.

The alumina divides into positively charged ions of aluminium and negatively charged ions of oxygen (Fig. 2). The direct current applied across each pot moves the ions in opposite directions (Fig. 3). The oxygen freed in this process rises to the anode where it burns the carbon to form carbon dioxide which escapes to the atmosphere (Fig. 4). The positive aluminium ions are drawn to the negative cathode where they lose their charge to form aluminium (Fig. 5).

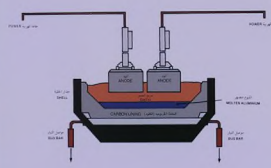
Due to its' higher specific gravity, the molten aluminium once separated from the oxygen settles to the bottom of the pot (fig. 6). At regular intervals this is extracted — or tapped — using a vacuum crucible.

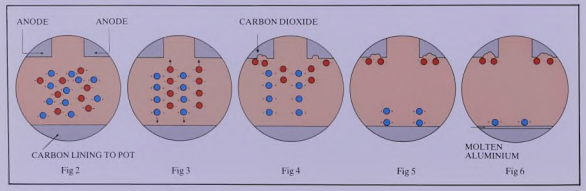
To sustain the electrolytic process, alumina has to be fed to the pots at regular intervals to maintain a sufficient amount of dissolved alumina in the melt.

The carbon anode also needs replacement as it is gradually consumed during the reduction process. Until it is burnt away, the anode is lowered to keep a constant distance between the anode and cathode surfaces. Replacement anode blocks are produced at ALBA from petroleum coke and pitch.

*A reduction cell or pot*

*A diagramatic view of a pot*






# Operations

*The Alba plant layout*

The major operational areas at ALBA are:

- the Marine Terminal where raw materials are imported.
- the Power Station which provides the large amount of electricity required;
- the Carbon Department where the anode materials are mixed, pressed and baked.
- the Potrooms where the reduction process takes place;
- the Casthouse where the molten aluminium is cast into finished products.

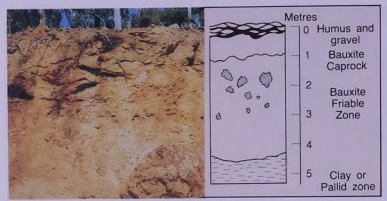
Supporting these areas are the various departments required to service the needs of a major industrial plant.

All of these are described in the following pages.

*The Powerhouse*

*The Petroleum coke silos*

*Repairing a crustbreaker in the workshops*




*A cross-section of the earth's crust showing the formation of bauxite*

Although it is the most abundant metallic element in the earth's crust, it was not until the last years of the 19th Century that aluminium and its outstanding combination of properties were brought to the service of mankind.

In every sense aluminium is a 'new' metal, not known to have existed in its free metallic state before 1809. The key to its low-cost smelting, opening the way to the wide-spread use of aluminium, was not discovered until 1886.

Most rocks and clays contain aluminium in the form of complex minerals (silicates) and even gems such as sapphire, ruby, amethyst and emerald are crystalline forms of aluminium oxide.

Almost all the world's aluminium is produced from bauxite which is formed from the decomposition of other rocks as a result of weathering over a very long period.

Treated with caustic soda, these minerals can be separated leaving a fine white powder — alumina, which is the pure oxide of aluminium.

Several attempts were made during the 19th Century to release aluminium from the chemical combinations in which nature had it tightly locked. However, it was not until 1886 that the real breakthrough was made.

Almost simultaneously two patent applications were filed, relating to the electrolytic process for the production of plentiful and cheap aluminium, by Paul Héroult in France, who was 23, and Charles Hall in the USA, just a year younger. Both inventors were working entirely independently of one another and only met some years after their process had begun to be developed industrially.

The same basic method discovered then is still in use today in the world's aluminium plants — including ALBA.

In this century, aluminium has grown from little more than a metallurgical curiosity to the status of one of the world's most widely-used metals, having overtaken both copper and tin and achieved second place in terms of production behind only the much heavier ferrous metals.

According to the rather sparse statistics relating to the period, in the year 1885 — one year before Héroult and Hall applied for their patents — total world production of aluminium, then by chemical processes, was of the order of 13 tonnes a year. Today, it has passed the figure of 13 million tonnes.

Another factor in the development of aluminium as a truly industrial metal, was its coincidence with the development of high tension, low amperage AC power transmission enabling large amounts of electricity to be carried over long distances by overhead power lines with minimal losses. The new light metal was highly suitable for this purpose.

*An early potroom*



Aluminium: The Metal of the future

It also coincided with the birth of the automobile industry which became, and still remains, one of the major users of this light and hence energy-saving metal.

Next came the aviation and aerospace industries in which again lightness became a vital factor. Nevertheless, the success story of aluminium is not reliant on one particular benefit.

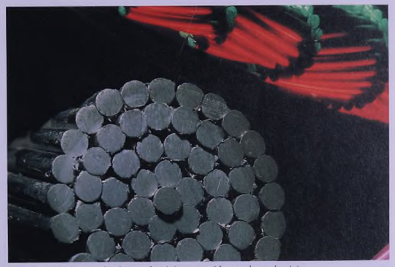
Aluminium is versatile with a wide range of properties making it suitable for many applications. Amongst these are:

- Lightness — aluminium is about one-third of the weight of an equal volume of copper, steel or brass.
- Corrosion resistance — it resists corroding influences of the atmosphere because it quickly forms a microscopic aluminium oxide film which adheres to and protects the metal.
- Electrical conductivity — it has twice the conductivity of copper on a kilo for kilo basis.
- Thermal conductivity — it spreads heat evenly and quickly.
- Reflectivity — aluminium reflects light and other forms of radiant energy.
- Ductility — it is easier to cold-work and to fabricate than many other metals because of its softness.
- Non-toxicity — because the metal does not interact with food causing contamination, it is ideal for packaging and cooking.

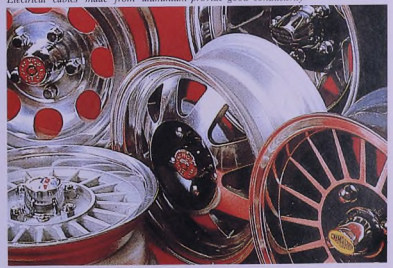
In addition, aluminium alloys are strong and rigid, have a higher resistance to buckling than the highest strength steels on a weight-related basis, and because of their versatility, they are used in products ranging from aeroplanes to beverage cans, wall-panelling and high voltage cables.

New uses are being found all the time, and currently aluminium is in the limelight in numerous advanced vehicle constructions as its lightness is seen as a major contributor to energy saving. It has increasing applications within the construction, packaging, transport, consumer durables and machinery and equipment industries. Rightly in view of its status as the metal of the future, much of the space shuttle is fabricated from aluminium.

Aluminium is flexible. It can be cast, powdered, rolled, pressed, extruded, welded or brazed. Its uses are virtually limitless.



*Electrical cables made from aluminium provide good conductivity*



*Aluminium wheels, light and strong*

*The aerial ropeway*

The story of ALBA is the story of aluminium smelting in the Gulf: Aluminium Bahrain — ALBA — is a primary smelting company producing high-grade metal, and has had considerable impact on the State of Bahrain, diversifying the country's earnings base, spawning a range of downstream industries and providing employment and training for its nationals.

As the first major undertaking of its kind in the Gulf, the development of ALBA also tells the story of the region's industrialisation.

The origins of ALBA go back to the mid-1960's. Faced with the prospect of unemployment due to the stagnation in the oil price, the Government of the State of Bahrain decided to diversify and to industrialise.

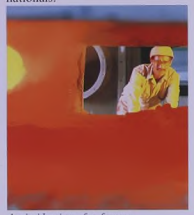
By chance, word was received of a group of international aluminium users which had come together to build a smelter, thereby securing its own source of metal. This group investigated several sites around the world, among them Bahrain.

The island was found to be well-placed geographically between the source of raw materials, particularly alumina from Australia and the markets for finished aluminium in Europe and the Americas.

But perhaps its major advantage was the availability of plentiful supplies of gas from the Khuff field; gas to meet the high energy requirements of aluminium smelting.

Aluminium Bahrain was incorporated as a company by Charter of the Amir of Bahrain, His Highness Shaikh Isa bin Salman Al Khalifa on August 9th, 1968. Today, the company has four shareholders: the Government of Bahrain with 57.9 per cent; the Saudi Public Investments Fund, 20 per cent; Kaiser Aluminium, 17 per cent; and Breton Investments with 5.1 per cent. The smelter commenced operation in May 1971 when the first metal was poured.

Since that time, ALBA has grown to become one of the Gulf's largest non-oil industrial undertakings currently producing in excess of 175,000 tonnes of aluminium each year. Around 1600 people are employed by the company, the majority of whom are Bahraini nationals.



*An inside view of a furnace*

*H.H. The Amir, Shaikh Isa bin Salman Al Khalifa, making the first pour in May 1971*

*Inside the potrooms*

*Aluminium extrusion billets*

X307233374

CENTRE FOR ARAB GULF STUDIES

UNIVERSITY OF EXETER

JUN 1988

H.E. Shaikh Khalifa bin Sulman Al Khalifa
The Prime Minister

H.H. Shaikh Isa bin Sulman Al Khalifa
Amir of the State of Bahrain

H.E. Shaikh Hamad bin Isa Al Khalifa
The Crown Prince and Commander-In-Chief
of the Bahrain Defence Force

b15594129

BAH
338.095365
ALB

# all about alba