اهداف فصل

- اهداف فصل
- اشنایی با آلومینیم و الیاژ های آن
- خواص الیاژ های آلومینیم

مقدمه

- آلومینیم دومین ماده مهندسی بعد از فولاد است و برای ساخت سازه هایی به کار می روند که ساخت انها از فولاد سنگین است مثل کاربرد های فضایی موشک ها ماهواره ها.

- آلومینیم در بسیاری جاها می تواند به جای فولاد به کار رود. به عنوان مثال در جاهایی که مقاومت در برابر زنگ زدگی لازم است

- Automobile, building,, windows,, doors

- جنبه جالب الیاژ الومینیم تازگی ان برای دنیای امروز است که در حدود 50 سال پیش ایجاد شدند که با توجه به خصوصیات جالب ان باید هر صراحی اطلاعاتی در مورد ان داشته باشد.

- آلومینیم ابتدا در سال 1825 در ازمایشگاه بوسیله احیا کلرید آلومینیم تولید شد اما قبولاً لومینیم به عنوان ماده مهندسی تا جنگ جهانی دوم طول کشید.

- فراوان ترین عنصر در پوسته زمین است حدود 8 درصد از پوسته زمین. اما متاسفانه در طبیعت به صورت خالص پیدا نمی شود. در صخره ها به صورت ترکیبات پیچیده سیلیکاتی دیده می شود.

- کانی معروف ان بوکسیت است که اکسید آلومینیم هیدراته است.به علت خنثی بودن شیمیایی اکسید آلومینیم استخراج ان مشکل بود و حدود 60 سال مطالعه لازم بود تا روشی برای احیا ان بدست اید.

- آلومینیم در سال 1825 کشف شد ودر سال 1890 در مقیاس ازمایشگاهی تولید شد که توسط روشهای پیچیده و گران قیمت شیمیایی تولید شد. قیمت در در سال 1850 500lb/$ بود.

- در سال 1886الومینیم به وسیله روش هال که در یک Patentبه نام خود او ثبت شد ار الکترولیز نمک مذاب تهیه شد.

- روش استخراج از کریولیت مذاب قیمت الومینیم را کاهش داد ومصرف تجاری ان را ممکن کرد.

- صنایع آلومینیم در سال 1890 در کارخانه Pittsburg در امریکا شروع شدکه بعد ها در سال 1907 به عنان کمپانی الومینیم امریکا معروف شد.اما وقوع جنگ جهانی دوم باعث افزایش بسیار زیاد مصرف الومینیم شد.

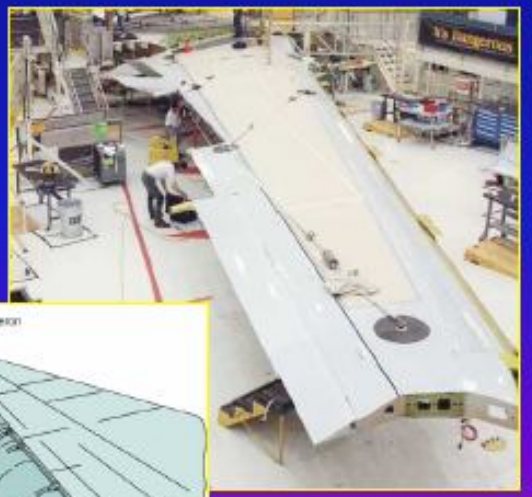
- در سال 2003 قیمت آلومینیم خاص در امریکا حدود 0.65$/lb رسید که اکنون کاربدهای فراوانی در طیف وسیعی از کاربردها شامل کاربرد های هوایی تا مصارف خانگی دارد .

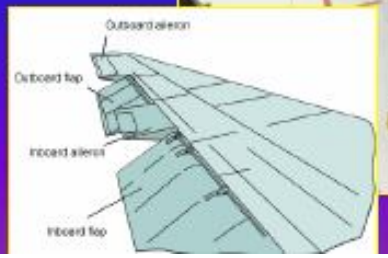
Applications for aluminium alloys

Construction & Equipment

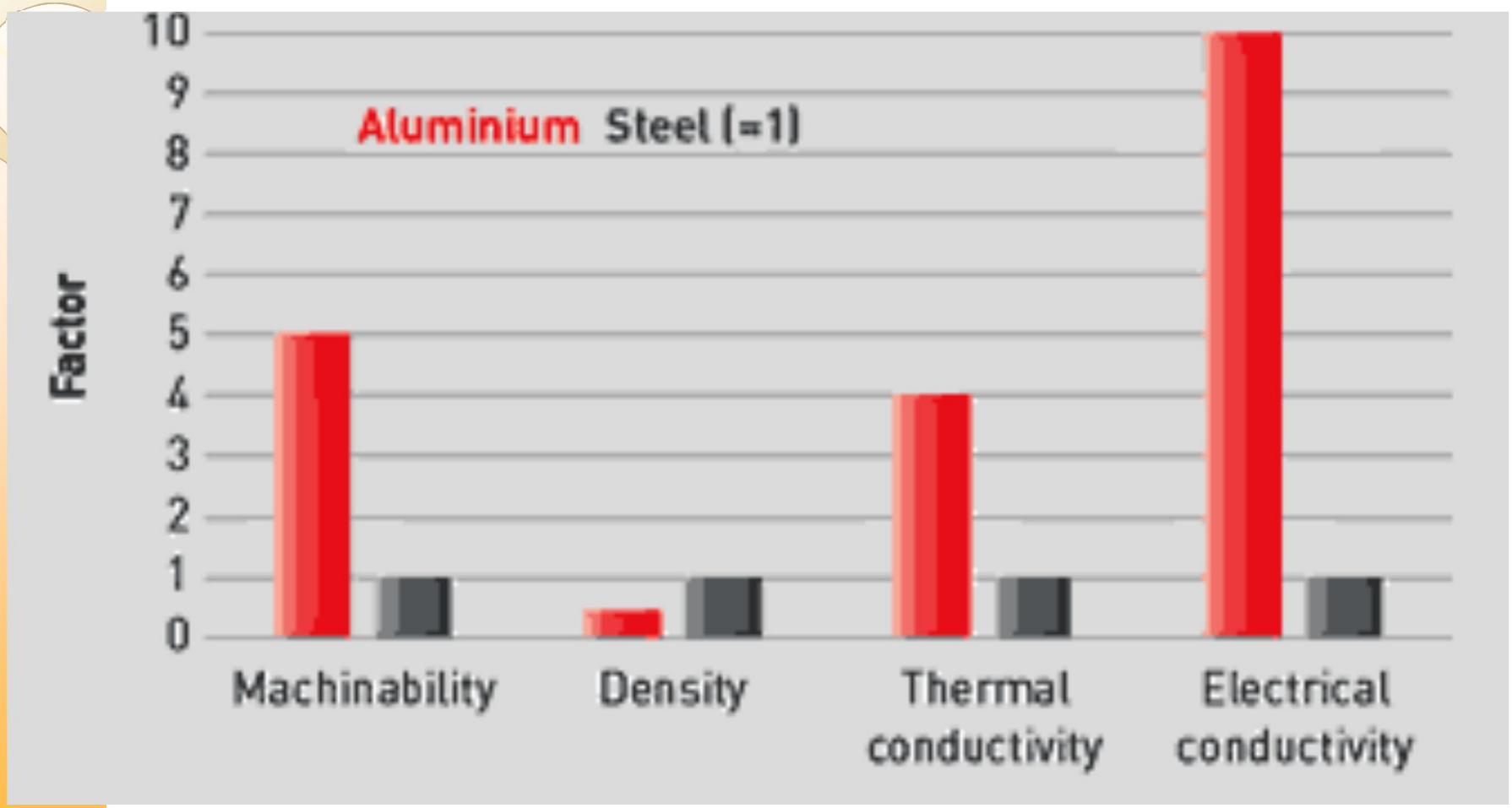
Containers & Packaging

Automotives

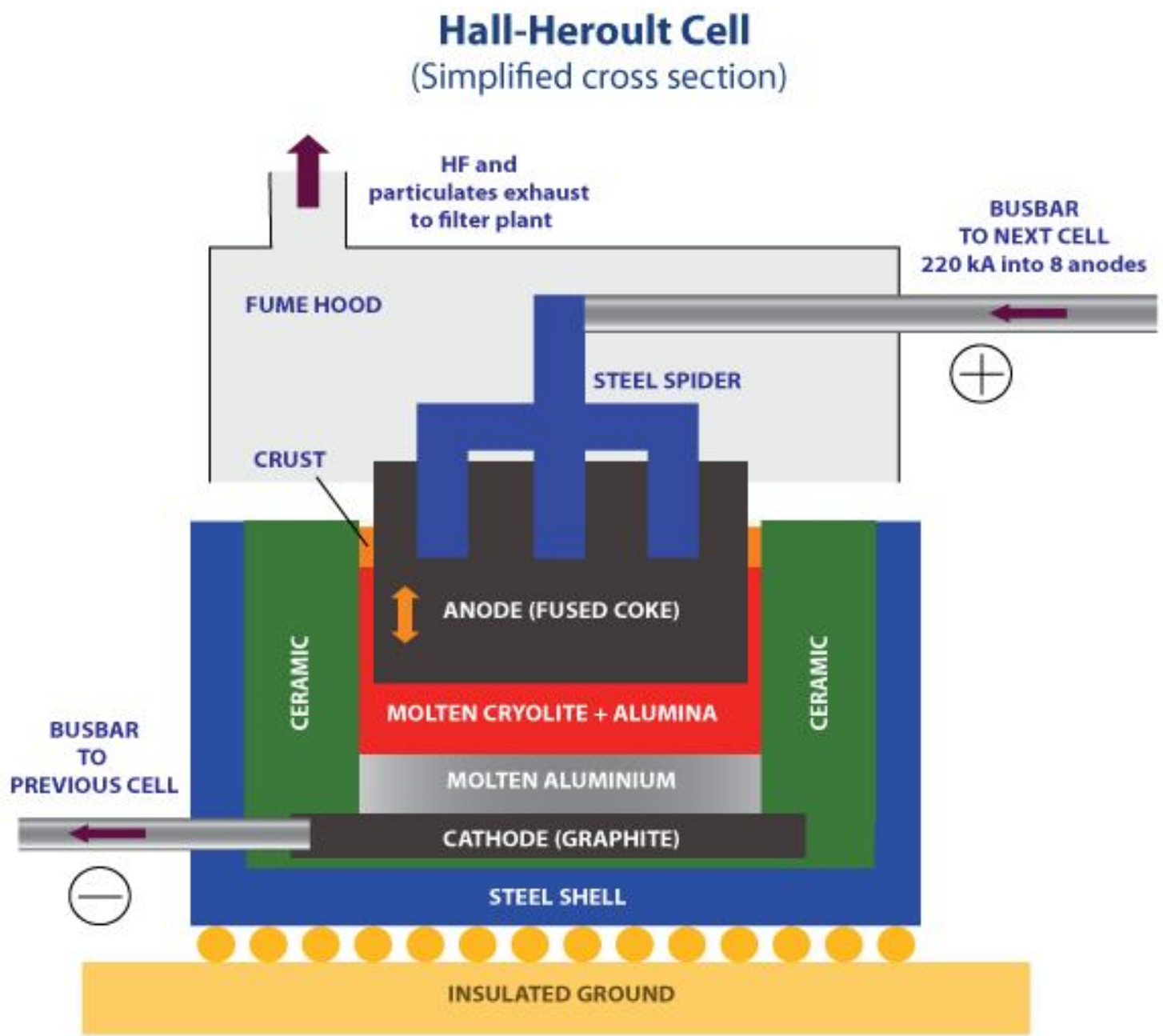




Aerospace


Aluminium
Steel (=1)
Factor
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Machinability
Density
Thermal conductivity
Electrical conductivity

Introduction to metals: Chapter7- Aluminum and Aluminum alloys


Hall-Heroult Cell
(Simplified cross section)
HF and particulates exhaust to filter plant
BUSBAR TO NEXT CELL 220 kA into 8 anodes
FUME HOOD
STEEL SPIDER
CRUST
ANODE (FUSED COKE)
CERAMIC
CERAMIC
MOLTEN CRYOLITE + ALUMINA
BUSBAR TO PREVIOUS CELL
MOLTEN ALUMINIUM
CATHODE (GRAPHITE)
STEEL SHELL
INSULATED GROUND

General Characteristic

- آلومینیم رسانای الکتریکي و حرارتي خوبی است و ductiliyt بالایی دارد و می تواند به آسانی ریخته گری شده و ماشینکاری شود.

- چند خاصیت که آلومینیم را سایر الیاژ ها متمایز می کند
- 1-از تمام مواد مهندسی به جر برلیم و منیزیم سبکتر است.
- 2- رسانایی الکتریکی ان در حدود 60 درصد مس خالص است و رسانایی حرارتی بالایی دارد.
- به علت دانسیته کم رسانایی بر واحد وزن آلومینیم از مس بالاتر است که برای سیم های انتقال نیرو بسیار مهم است
- 3- مقاومت به خوردگی بالا : برای مقاومت در برابر خوردگی اتمسفری مناسب است. وکاربرد های ارشیتکتی در همه جا دیده می شود مانند
- Railings, windows, frames, doors, and so on

بعضی خصوصیات منحصر به فرد آلومینیم

- وزنی حدود 3/1 فولاد
- رسانایی حراراتی والکتریکی بالا
- نسبت استحکام به وزن بالا
- می توان به کمک پوشش های سخت مثل Anodizing سطح ان رابسیار سخت نمود.
- بیشتر الیاژ های ان قابل جوشکاری هستند
- زنگ نمی زنند
- می توانند die castشوند
- به راحتی ماشینکاری می شوند
- قابلیت شکل پذیری بالایی دارند
- غیر سمی هستند
- One third of stiffness of steel

- در حدود 25 درص الومینیوم در امریکا تولید شد که در حدود 20 درصد برای کاربرد های ساختمانی به کار می روند که به علت مقاومت به خوردگی بالا است. 10 درصد برای کاربد های الکتریکی به کار می روند. وبقیه برای سایر کاربرد های صنعتی به کار می روند

Alloy Designation

- Wrought
- معمولترین استاندارد Aluminium Association است برای الیاژ های کار شده از عدد 4 رقمی که نشان دهنده عناصر الیاژی است استفاده می شود.
- Commercially pure Al. 1000
- Copper : 2000
- Mn :3000
- Si: 4000
- Mg:5000
- Mg+ Si: 6000
- Zn:7000
- Other elements: 8000
- Unused series 9000

- عدد دوم نشان دهنده نشان دهنده بعضی خصوصیات مثل mill control

- دو عدد اخر چندان اهمیتی نداردبه جز در سری 1000 که نشان دهنده مقدار الومینیم بالا تر از 99 درصد است به عنوان مثال
- 1040=4/99درصد

- جدول 17-1بعضی شرایط خاص الیاژ های آلومینیم با حروف خاص نشان داده مي شود.این حروف که نشان دهنده بعضی خصوصیات است با اعدادی دنبال نیز می شوند که معاني خاصي هم دارند
- جدول 17-1

- اين حروف با اعداد خاصي هم دنبال مي شوند نشان دهنده بعضي خصوصيات خاص است
- مثال: علامت H نشان دهنده انجام كار سرد روي جسم است

- مثل XXX-H1: Strain harden only
- XXXX-H2: Strain harden and partially annealed
- اگر بعد از عدد اول عدد ديگري گذاشته شود نشان دهنده ميزان كار سرد انجام شده روي جسم است از 1 تا8 كه عدد 8 نشان دهنده بالاترين ميزان كار سرد است (Full –hard)

- جدول انواع عمليات حرارتي را نيز توصيف كرده است

10. Good formability
11. Nonmagnetic
12. Nontoxic
13. One-third the stiffness of steel

About 25% of the aluminum produced in the United States is used for containers and packaging when freedom from toxicity, strength, lightness, and corrosion resistance are important. About 20% of aluminum production is used for architectural applications such as windows and siding. Again, corrosion characteristics are a principal reason for its use in this application. Ten percent of aluminum production is used for electrical conductors, and the remainder is used for durable goods in industry, in consumer products, in vehicles, and in aircraft.

17.2 Alloy Designation

Wrought

The most commonly used alloy designation system in the United States is that of the Aluminum Association. For wrought alloys, it is based on four digits corresponding to the principal alloying elements:

Commercially pure aluminum (99% min.)	1000
Copper (major alloying element)	2000
Manganese	3000
Silicon	4000
Magnesium	5000
Magnesium and silicon	6000
Zinc	7000

wrought aluminum alloys involves a suffix that indicates the degree of cold work or thermal treatments. Table 17–1 lists some of the most commonly specified conditions. A complete listing of temper designations in the United States can be obtained from the Aluminum association. These numbers can have letters and numbers after them to indicate additional treatments. The H letter is followed by one, two, or three digits to indicate degrees of cold working (*strain hardening*). The T is followed by one, two, or three digits to indicate various thermal treatments:

xxxx-H1	Strain hardened only
xxxx-H2	Strain hardened and partially annealed
xxxx-H3	Strain hardened and stabilized by low-temperature thermal treatments
xxxx-H4	Strain hardened and lacquered or painted

The digit following H1, H2, or H3 indicates the degree of strain hardening. A 1 indicates the smallest amount of cold work, and an 8 indicates maximum cold work or full-hard condition.

Table 17–1
Temper designations

xxxx-F	As fabricated, no special controls
xxxx-W	Solution heat treated (used only on alloys that naturally *age harden*)
xxxx-O	Annealed (wrought alloys only)
xxxx-H	Strain hardened (cold worked to increase strength), wrought alloys only
xxxx-T	Thermally treated to produce effects other than F, O, or H

The meanings of the numbers following the T temper designations are as follows:

xxxx-T1	Cooled from a hot working temperature and *naturally aged*
xxxx-T2	Cooled from an elevated temperature, cold worked, and naturally aged (means annealed for cast products)
xxxx-T3	Furnace solution heat treated,* quenched, and cold worked
xxxx-T4	Furnace solution heat treated,* quenched, and naturally aged
xxxx-T5	Quenched from a hot-work temperature and furnace aged
xxxx-T6	Furnace solution heat treated* quenched and furnace aged
xxxx-T7	Furnace solution heat treated* and stabilized
xxxx-T8	Furnace solution heat treated,* quenched, cold worked, and furnace aged
xxxx-T9	Furnance solution heat treated,* quenched, furnace aged, and cold worked
xxxx-T10	Quenched from an elevated temperature shaping process, cold worked, and furnace aged

Additional digits can be added to T1 through T10 temper designations to indicate significant variations.

*Solution heat treatment is achieved by heating cast or wrought products to a specified temperature, holding at that temperature long enough to allow constituents to enter solid solution, and cooling rapidly enough (quenching) to hold the constituents in solution.

A co
alloy and

1. 3003
hard
temp
2. 6061
and

Cast Al

In the U
fied by
the last
fix is occ
limits. T
The sec
within a
uct form
digit of
for grou

Table 17
Cast alu

Case All Designat
1–99 (ol
1xx.x
2xx.x
3xx.x
4xx.x
5xx.x
6xx.x
7xx.x
8xx.x
9xx.x

- برای دریافت لیست کامل به Alumium Association یا ASM مراجعه شود.

- مشخص سازی کامل الیاژها آلومینیم شامل نشان دادن الیاژ به علاوه عملیات حراراتی یا میزان کار سرد انجام شده روي ان است.

4. Can be given a hard surface by anodizing and hard coating
5. Most alloys are weldable
6. Will not rust
7. High reflectivity
8. Can be die cast
9. Easily machined
10. Good formability
11. Nonmagnetic
12. Nontoxic
13. One-third the stiffness of steel

About 25% of the aluminum produced in the United States is used for containers and packaging when freedom from toxicity, strength, lightness, and corrosion resistance are important. About 20% of aluminum production is used for architectural applications such as windows and siding. Again, corrosion characteristics are a principal reason for its use in this application. Ten percent of aluminum production is used for electrical conductors, and the remainder is used for durable goods in industry, in consumer products, in vehicles, and in aircraft.

17.2 Alloy Designation

Wrought

The most commonly used alloy designation system in the United States is that of the Aluminum Association. For wrought alloys, it is based on four digits corresponding to the principal alloying elements:

Commercially pure aluminum (99% min.)	1000
Copper (major alloying element)	2000
Manganese	3000
Silicon	4000
Magnesium	5000
Magnesium and silicon	6000
Zinc	7000
Unused series	8000–9000

The second digit in this system designates mill control or lack of same on specific elements. The last two digits have no significance, except that in the 1xxx series they coincide with aluminum content above 99% in hundredths. A 1040 alloy has 99.4% aluminum. The complete specification of wrought aluminum alloys involves a suffix that indicates the degree of cold work or thermal treatments. Table 17–1 lists some of the most commonly specified conditions. A complete listing of temper designations in the United States can be obtained from the Aluminum association. These numbers can have letters and numbers after them to indicate additional treatments. The H letter is followed by one, two, or three digits to indicate degrees of cold working (*strain hardening*). The T is followed by one, two, or three digits to indicate various thermal treatments:

xxxx-H1	Strain hardened only
xxxx-H2	Strain hardened and partially annealed
xxxx-H3	Strain hardened and stabilized by low-temperature thermal treatments
xxxx-H4	Strain hardened and lacquered or painted

The digit following H1, H2, or H3 indicates the degree of strain hardening. A 1 indicates the smallest amount of cold work, and an 8 indicates maximum cold work or full-hard condition:

Table 17–1
Temper designations

xxxx-F	As fabricated, no special controls
xxxx-W	Solution heat treated (used only on alloys that naturally *age harden*)
xxxx-O	Annealed (wrought alloys only)
xxxx-H	Strain hardened (cold worked to increase strength), wrought alloys only
xxxx-T	Thermally treated to produce effects other than F, O, or H
xxxx-H_4	Half-hard
xxxx-H_6	Three-quarters hard
xxxx-H_8	Full-hard

A third digit can be used to indicate a variation of the two-digit temper designation in which properties are slightly different from those of the two-digit temper.

The meanings of the numbers following the T temper designations are as follows:

xxxx-T1	Cooled from a hot working temperature and *naturally aged*
xxxx-T2	Cooled from an elevated temperature, cold worked, and naturally aged (means annealed for cast products)
xxxx-T3	Furnace solution heat treated,* quenched, and cold worked
xxxx-T4	Furnace solution heat treated,* quenched, and naturally aged
xxxx-T5	Quenched from a hot-work temperature and furnace aged
xxxx-T6	Furnace solution heat treated* quenched and furnace aged
xxxx-T7	Furnace solution heat treated* and stabilized
xxxx-T8	Furnace solution heat treated,* quenched, cold worked, and furnace aged
xxxx-T9	Furnance solution heat treated,* quenched, furnace aged, and cold worked
xxxx-T10	Quenched from an elevated temperature shaping process, cold worked, and furnace aged

Additional digits can be added to T1 through T10 temper designations to indicate significant variations.

*Solution heat treatment is achieved by heating cast or wrought products to a specified temperature, holding at that temperature long enough to allow constituents to enter solid solution, and cooling rapidly enough (quenching) to hold the constituents in solution.

xxxx-T510	Stress relieved by stretching with no further processing
xxxx-T511	Stress relieved by stretching and minor straightening
xxxx-T52	Stress relieved by compression
xxxx-T54	Stress relieved by stretching and compression

A complete alloy specification includes the alloy and its treatments:

1. 3003-H38 (3003 alloy cold finished to full hard temper and stress relieved by a low-temperature treatment, H38)
2. 6061-T6 (6061 alloy, solution heat treated* and furnace age hardened, T6)

Cast Alloys

In the United States cast alloys have been identified by a four-digit identification number with the last digit separated by a decimal. A letter prefix is occasionally used to signify alloy or impurity limits. The first digit indicates the alloy group. The second and third digits identify an alloy within a group, and the last digit indicates product form. A last digit of 0 indicates a casting; a digit of 1 indicates ingot form. The designations for groups of cast alloys are shown in Table 17–2.

Table 17–2
Cast aluminum alloy designations

Case Alloy Designation	Major Alloying Elements
1–99 (old system)	Aluminum + silicon
1xx.x	99.5 min. aluminum
2xx.x	Copper
3xx.x	Silicon + copper or magnesium
4xx.x	Silicon
5xx.x	Magnesium
6xx.x	Unused series
7xx.x	Zinc
8xx.x	Tin
9xx.x	Other element

Cast alloys

- با یک عدد 4 رقمی نشان داده می شود که رقم اخر با یک اعشار جدا می شود.
- یک پسوند حرفی معمولا برای نشان دادن عنصر الیاژی یا ناخالصی به کار می رود
- .. اولین رقم نشان دهنده گروه الیاژی است. عدد دوم وسوم نشان دهنده الیاژ های درون یک خانواده را مشخص می کند و عدد اخر نوع محصول را مشخص می کند. عدد اخر مي تواند 1یا صفر باشد. 1 نشان دهنده ingot و oنشان دهنده ریختگي است.

alloys are weldable
not rust
reflectivity
be die cast
machined
formability
nagnetic
oxic
hird the stiffness of steel

t 25% of the aluminum produced in d States is used for containers and when freedom from toxicity, strength, and corrosion resistance are impor- ut 20% of aluminum production is rchitectural applications such as win- siding. Again, corrosion characteris- principal reason for its use in this . Ten percent of aluminum produc- l for electrical conductors, and the re- used for durable goods in industry, in products, in vehicles, and in aircraft.

oy Designation

ommonly used alloy designation sys- Jnited States is that of the Aluminum . For wrought alloys, it is based on corresponding to the principal alloy- ts:

ercially pure aluminum	1000
min.)	
(major alloying element)	2000
nese	3000
	4000
ium	5000
ium and silicon	6000
	7000

control or lack of same on specific elements. The last two digits have no significance, except that in the 1xxx series they coincide with aluminum content above 99% in hundredths. A 1040 alloy has 99.4% aluminum. The complete specification of wrought aluminum alloys involves a suffix that indicates the degree of cold work or thermal treatments. Table 17–1 lists some of the most commonly specified conditions. A complete listing of temper designations in the United States can be obtained from the Aluminum association. These numbers can have letters and numbers after them to indicate additional treatments. The H letter is followed by one, two, or three digits to indicate degrees of cold working (*strain hardening*). The T is followed by one, two, or three digits to indicate various thermal treatments:

xxxx-H1	Strain hardened only
xxxx-H2	Strain hardened and partially annealed
xxxx-H3	Strain hardened and stabilized by low-temperature thermal treatments
xxxx-H4	Strain hardened and lacquered or painted

The digit following H1, H2, or H3 indicates the degree of strain hardening. A 1 indicates the smallest amount of cold work, and an 8 indicates maximum cold work or full-hard condition:

Table 17–1
Temper designations

xxxx-F	As fabricated, no special controls
xxxx-W	Solution heat treated (used only on alloys that naturally *age harden*)
xxxx-O	Annealed (wrought alloys only)
xxxx-H	Strain hardened (cold worked to increase strength), wrought alloys only
xxxx-T	Thermally treated to produce effects other than F, O, or H

xxxx-H_8 Full-hard

A third digit can be used to indicate a variation of the two-digit temper designation in which properties are slightly different from those of the two-digit temper.

The meanings of the numbers following the T temper designations are as follows:

xxxx-T1	Cooled from a hot working temperature and *naturally aged*
xxxx-T2	Cooled from an elevated temperature, cold worked, and naturally aged (means annealed for cast products)
xxxx-T3	Furnace solution heat treated,* quenched, and cold worked
xxxx-T4	Furnace solution heat treated,* quenched, and naturally aged
xxxx-T5	Quenched from a hot-work temperature and furnace aged
xxxx-T6	Furnace solution heat treated* quenched and furnace aged
xxxx-T7	Furnace solution heat treated* and stabilized
xxxx-T8	Furnace solution heat treated,* quenched, cold worked, and furnace aged
xxxx-T9	Furnance solution heat treated,* quenched, furnace aged, and cold worked
xxxx-T10	Quenched from an elevated temperature shaping process, cold worked, and furnace aged

Additional digits can be added to T1 through T10 temper designations to indicate significant variations.

*Solution heat treatment is achieved by heating cast or wrought products to a specified temperature, holding at that temperature long enough to allow constituents to enter solid solution, and cooling rapidly enough (quenching) to hold the constituents in solution.

	and minor straightening
xxxx-T52	Stress relieved by compression
xxxx-T54	Stress relieved by stretching and compression

A complete alloy specification includes the alloy and its treatments:

1. 3003-H38 (3003 alloy cold finished to full hard temper and stress relieved by a low-temperature treatment, H38)
2. 6061-T6 (6061 alloy, solution heat treated* and furnace age hardened, T6)

Cast Alloys

In the United States cast alloys have been identified by a four-digit identification number with the last digit separated by a decimal. A letter prefix is occasionally used to signify alloy or impurity limits. The first digit indicates the alloy group. The second and third digits identify an alloy within a group, and the last digit indicates product form. A last digit of 0 indicates a casting; a digit of 1 indicates ingot form. The designations for groups of cast alloys are shown in Table 17–2.

Table 17–2
Cast aluminum alloy designations

Case Alloy Designation	Major Alloying Elements
1–99 (old system)	Aluminum + silicon
1xx.x	99.5 min. aluminum
2xx.x	Copper
3xx.x	Silicon + copper or magnesium
4xx.x	Silicon
5xx.x	Magnesium
6xx.x	Unused series
7xx.x	Zinc
8xx.x	Tin
9xx.x	Other element

- . نوع عملیات حراتی که قبلا بیان شد در مورد الیاژ های ریخته گی به کار می رود.
- 355.0-T6
- برای این الیاژ ها معمولا از عددUNS استفاده می کنید یا ازASTM
- استاندارد ASTMبه صورت زير مي تواند باشد
- ASTM B 85=die casting alloys

Aluminium products

- هزاران الیاژ تجاری الومینیم وجود دارد اما معمولترین انها در شکل 3-17 ارائه شده است. الیاژ هاي الومینیم به وسیله تمام روش های معمول قابل ریخته گری هستند و برای کاربدهایی با طیف وسیع از engine blockتا قطعات دوربین به کار می روند.
- محصولات به صورت Foil, Seet, bar, rod, wire, tube and structural shapeslike I beams and Channelsوجود دارند

آلياژ هاي معمول آلومينيم

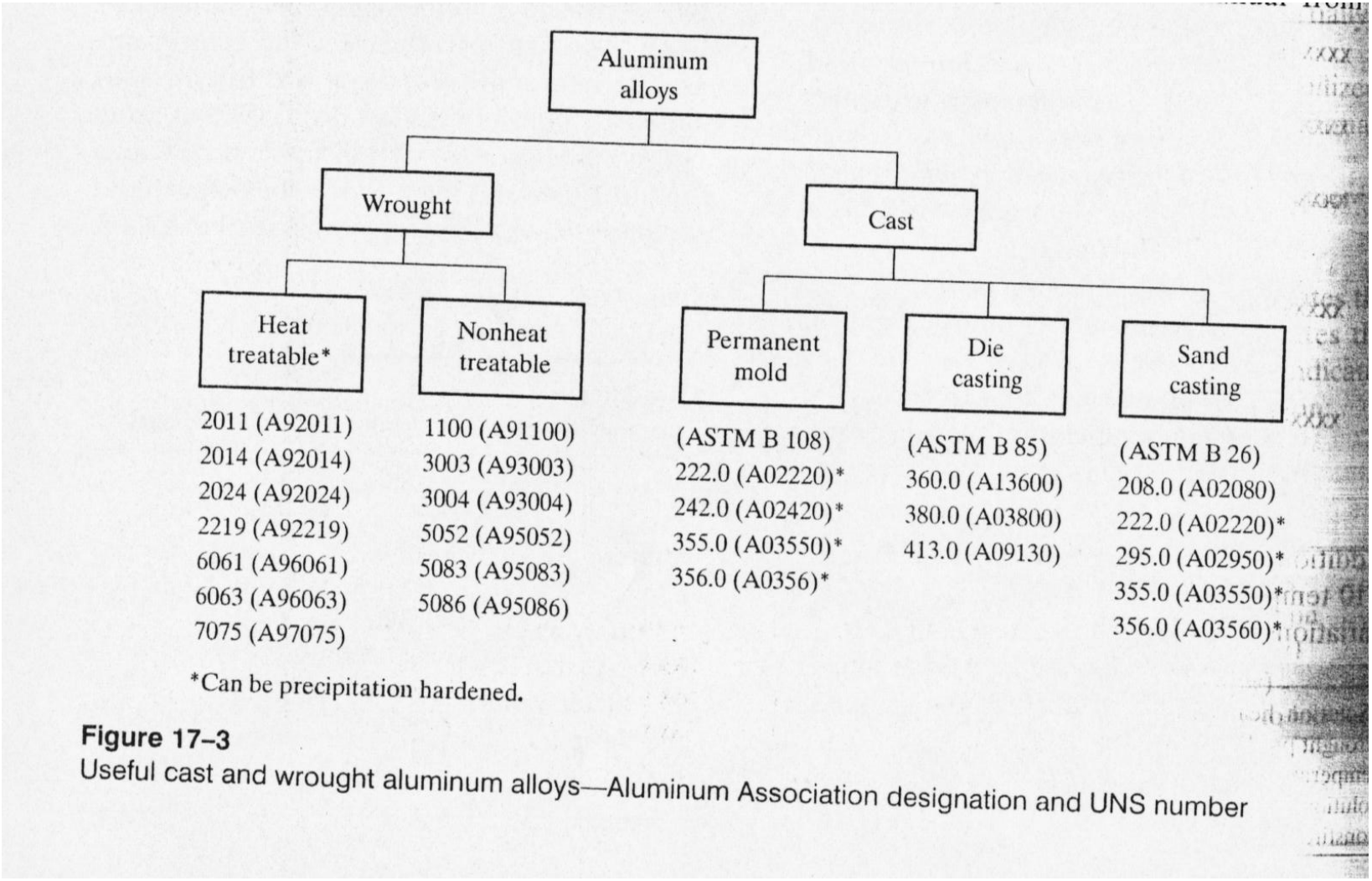


Figure 17–3
Useful cast and wrought aluminum alloys—Aluminum Association designation and UNS number

- الیاژ های کار شده در طیف وسعی از پرداخت های سطحی نهایی وجود دارند.مانند پرداخت مکانیکی، شیمیایی، و پوشش ها موجود هستند.
- پرداخت مکانیکی شامل cold finish,
- پرداخت شیمیایی شامل
- etched, chemical conversion coating

خصوصیات آلومینیم

- الومینیم در حالت مایع در بسیاری از فلزات حل می شود ولی در حالت جامد حلالیت محدودی در فلزات دیگر دارد. اضافه کردن بیش از حد حلالیت باعث ایجاد فاز های ثانویه می شود که معمولا ترد وسخت هستند میشود. مهمترین عناصر الیاژی مس روی، منیزیم و سیلیکون است.
- وجود حد حلالیت محدود باعث ایجاد توانایی رسوب سختی می شود.فاز دیاگرام مس- الومینیم
- جدول 17-4 بعضی خواص خوب و بد این الیاژ ها را نشان می دهد. شکل 17-5 ساختار را نشان می دهد.

Introduction to metals: Chapter7- Aluminum and Aluminum alloys

Table 17–4
Effects of alloy elements

Alloying Element	Effects
Iron	Naturally occurs as an impurity in aluminum ores; small percentages increase the strength and hardness of some alloys and reduce hot-cracking tendencies in castings; reduces pickup in die-casting cavities.
Manganese	Used in combination with iron to improve castability; alters the nature of the intermetallic compounds and reduces shrinkage; the effect on mechanical properties is improved ductility and impact strength.
Silicon	Increases fluidity in casting and welding alloys and reduces solidification and hot-cracking tendencies; additions in excess of 13% make the alloy extremely difficult to machine; improves corrosion resistance.
Copper	Increases strength up to about 12%; higher concentrations cause brittleness; improves elevated temperature properties and machinability; concentrations over 5% reduce ability to hard coat.
Magnesium	Improves strength by solid solution strengthening, and alloys with over about 3% (0.5% when 0.5 % silicon is added) will precipitation harden; aluminum–magnesium alloys are difficult to cast because the molten alloy tends to "skin-over" (dross) in contact with air.
Zinc	Lowers castability; high-zinc alloys are prone to hot cracking and high shrinkage; percentages over 10% produce tendencies for stress corrosion cracking; in combination with other elements, zinc promotes very high strength; low concentrations in binary alloys (<3%) produce no useful effects.
Chromium	Improves conductivity in some alloys, and in small concentrations (<0.35%) it acts as a grain refiner.
Titanium	Naturally occurs as an impurity in aluminum ores, but it is intentionally added to some alloys as a grain refiner.
Lead/Bismuth	Added to some alloys to improve machinability; 2011 and 6062 are screw machine alloys containing Pb and Bi.
Zirconium	Used as a grain refiner in some aerospace alloys.
Lithium	Added to some aerospace alloys (Space Shuttle fuel tanks) to reduce weight. These alloys need a protective atmosphere when being cast.

عملیا ت حرارتی آلومینیم

- 1- مهمترین عملیات حرارتی پیر سختی است شکل 6-17
- 2- عملیات انیل کردن برای افزایش قابلیت شکل پذیری و همگن سازی ساختار بعد از ریخته گری
- دمای عملیات حرارتی به نوع الیاژ بستگی دارد شکل 6-17
- بعد از انیل کردن باید قطعه را به آرامی سرد کرد.

- انیل کردن در مورد الیاژهای کارشده با پسوند Oنشان داده می شود.

- کونچ کردن در آب ممکن است باعث پیچیدگی قطعات شود. بنابر این عاقلانه است برای کاربرد هایی که استحکام مورد نیاز است در شرایط پیر سخت شده خریداری شوند

Introduction to metals: Chapter7- Aluminum and Aluminum alloys

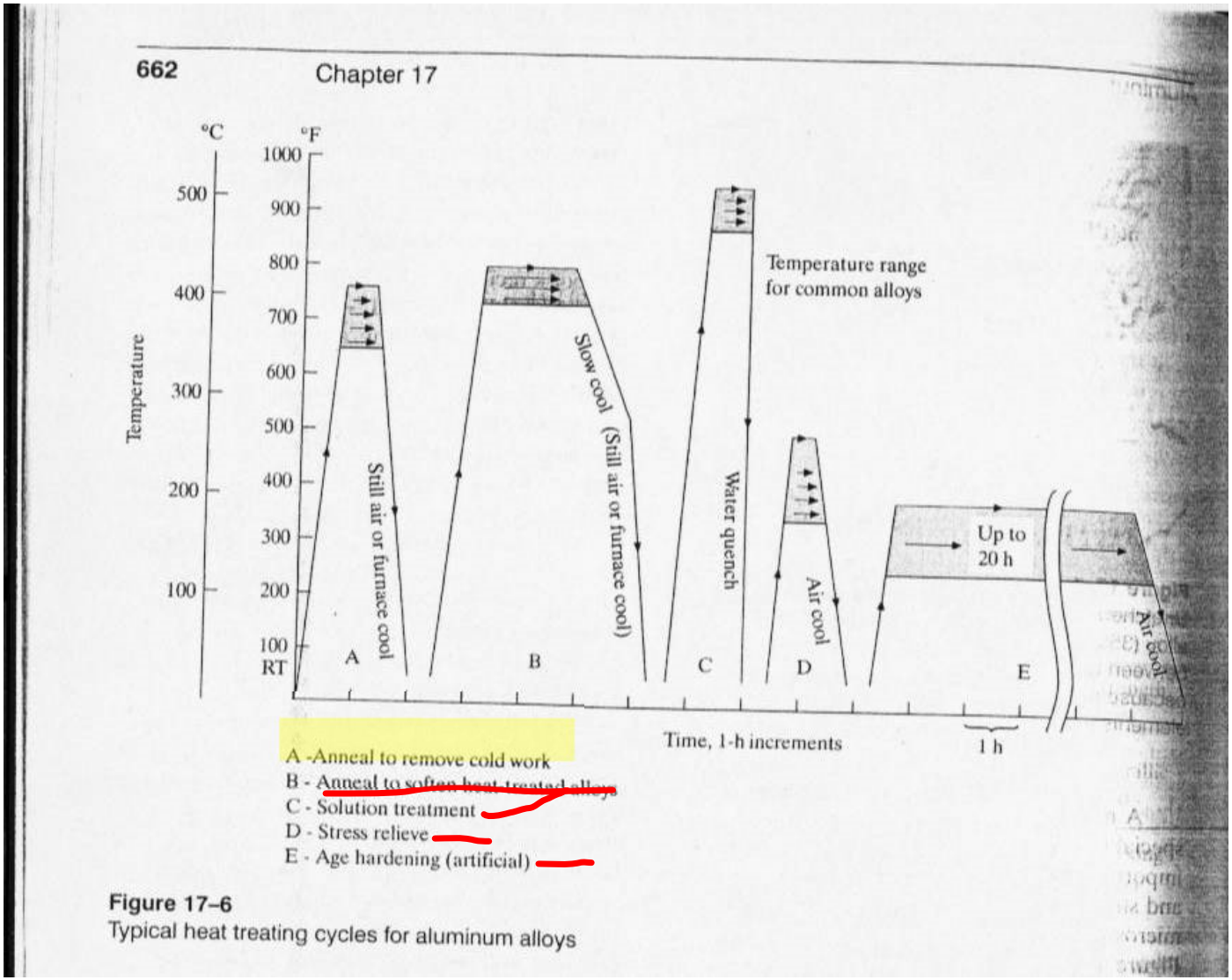


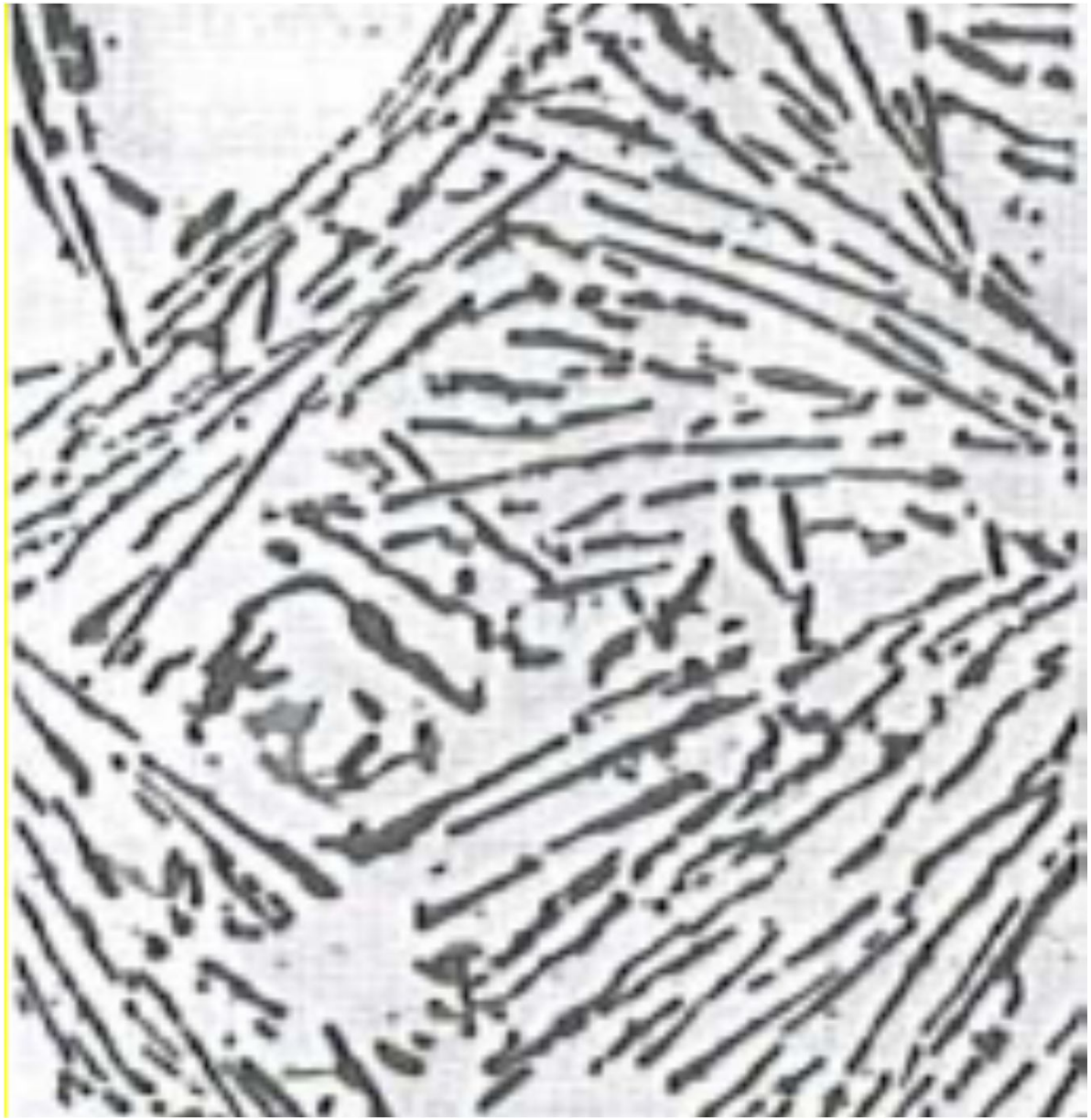
Figure 17–6
Typical heat treating cycles for aluminum alloys

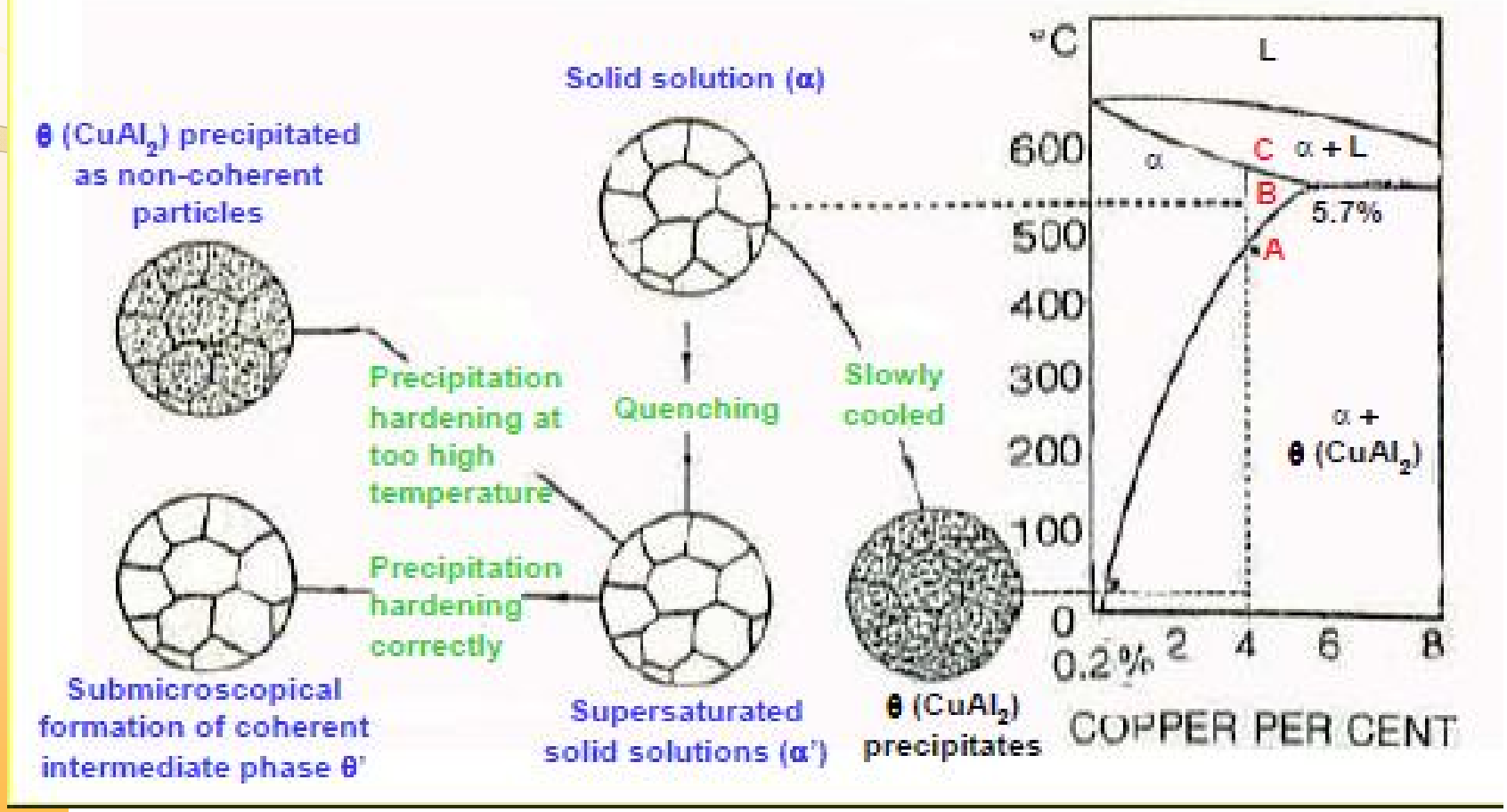
اما عملیات پیر سختی و چیست و مراحل ان کدام اند

Table 2.1 Solid solubility of elements in aluminium (from Van Horn, K.R. (Ed), *Aluminium*, Volume 1, American Society for Metals, Cleveland, Ohio,1967; Mondolfo, L.F., *Aluminium Alloys: Structure and Properties*, Butterworths, London, 1976)

Element	Temperature (°C)	Maximum solid solubility (wt%)	Maximum solid solubility (at%)
Cadmium	649	0.4	0.09
Cobalt	657	<0.02	<0.01
Copper	548	5.65	2.40
Chromium	661	0.77	0.40
Germanium	424	7.2	2.7
Iron	655	0.05	0.025
Lithium	600	4.2	16.3
Magnesium	450	17.4	18.5
Manganese	658	1.82	0.90
Nickel	640	0.04	0.02
Silicon	577	1.65	1.59
Silver	566	55.6	23.8
Tin	228	~0.06	~0.01
Titanium	665	~1.3	~0.74
Vanadium	661	~0.4	~0.21
Zinc	443	82.8	66.4
Zirconium	660.5	0.28	0.08

Note:
(i) Maximum solid solubility occurs at eutectic temperatures for all elements except chromium, titanium, vanadium, zinc and zirconium for which it occurs at peritectic temperatures.
(ii) Solid solubility at 20°C is estimated to be approximately 2 wt% for magnesium and zinc, 0.1–0.2 wt% for germanium, lithium and silver and below 0.1% for all other elements.




θ (CuAl2) precipitated as non-coherent particles
Solid solution (α)
Precipitation hardening at too high temperature
Quenching
Slowly cooled
Precipitation hardening correctly
Submicroscopical formation of coherent intermediate phase θ'
Supersaturated solid solutions (α')
θ (CuAl2) precipitates
°C
L
600
500
400
300
200
100
0
α
C
α + L
B
5.7%
A
α + θ (CuAl2)
0.2%
2
4
6
8
COPPER PER CENT

- پسوند Wبرای نشان دادن عملیت Solution treatedبه کار می رودکه این شرایط ناپایدار است چون خواص با زمان تغییر می کند اما در این مورد استثنایی وجود دارد که که Naturally age hadende alloys areدر دمای اتاق پیر می شوند می باشد.
- در صنایع aircraft پرچ ها در ابتدا Solution treat می شوند و در یخچال نگه داری می شوند ودر حالت سرد استفاده می شوند و بعد از سوار کردن سخت می شوند.

- تنش زدایی برای مواردی که احتیاج به دقت ابعادی است مهم است وکاملا باید رعایت شود.

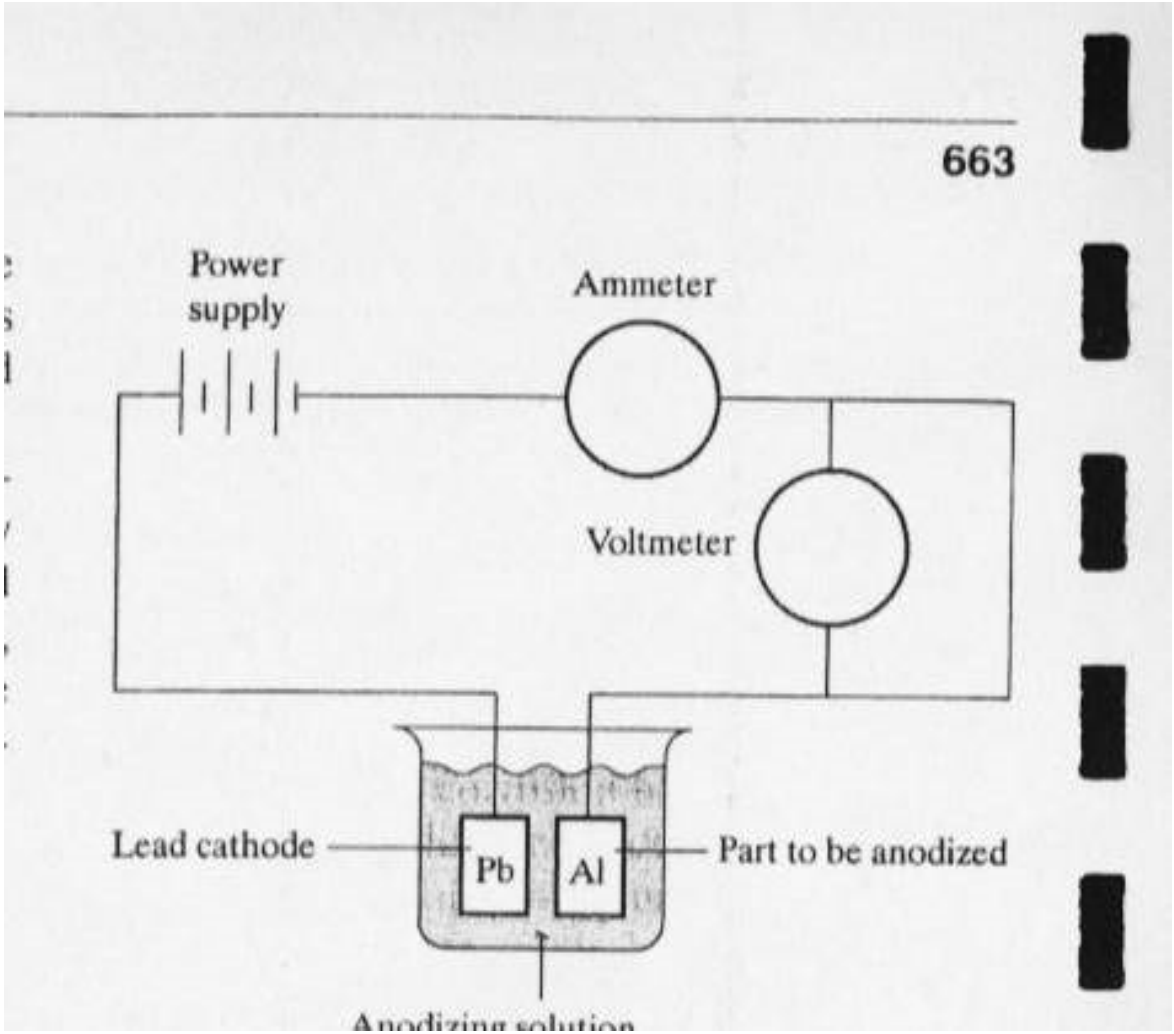
- قطعات بلند، جوش ها ، حلقه ها، قطعات پیچیده، تنش زدایی می شوند
- نکته :انجام تنش زدایی باعث کاهش استحکام کششی می شود.

- Thermal aging:
- پایین ترین دمای انجام عملیات حرارتی است اما زمان می تواند 20 ساعت یا بیشتر باشد.
- زمان بیشتر یا کمتر از حد بحرانی باعث افت خواص مکانیکی می شود.الیاژهای 7075و7050 گاهی Overageمی شوند.
- اگر چه این عملیات باعث کاهش مقاومت مکانیکی می شود اما تافنس و مقاومت به خوردگی را زیاد می کند.
- پسوند برای Solution treating and age hardening در مورد الیاژ های الومینیم T6است

عملیات سطحی:

- عملیات های مختلفی می تواند اعمال شود مثل رنگ، Vitreous enamel s,و....

- امامهمترین ان عملیات anodizingاست. آلومینیم می تواند به خودی خود روی سطح پوشش نازکی از الومینا ایجاد کند. به کمک پروسه انودایزینگ که درشکل 17-7 نشان داده شده است می توان سطح آلومینیم را به اکسید ان تبدیل کرد و لایه ای با ضخامت بالا ایجاد نمود. سختی این لایه از سخت تری فولاد سخت تر است بنابر این از ماشینکاری بعد از Anodizingاجتناب می شود.


663
Power supply
Ammeter
Voltmeter
Lead cathode
Pb
Al
Part to be anodized

- تمام الیاژ های آلومینیم انودایز نمی شوند.الیاژ هایی که بیش از 3درصد کرم یا بیش از 5درصد سیلیکون دارندبه سرعت پوشش های ضخیم را اقبول نمی کنند اما تقربا تمام الیاژ ها پوشش نازک راقبول می کنندانواع خاصی از پوشش های اندی پوشش سخت نامیده می شوند(hard coating)
- حمام این نوع پوشش دارای اسید سولفوریک و اسید اگزالیک است وتا دمای C4 سرد می شوند.پوشش می تواند ضخامتی حدود µm50داشته باشد

- این پوشش دارای مقاومت به سایش است وباید در نقشه های مهندسی مشخص شوند.
- باید هنگام ایجاد پوشش مواظب لبه های تیز بودوبرای هر ضخامت خاص یک شعاع مناسب برای گوشه های تیز وجود دارد.
- برای دستیابی به بهترین مقاومت به خوردگی باید تخلخل سطح کم باشدکه در این حالت در اب گرم فرو برده می شوند تا تخلخل کم شود
- مهمترین پوششها anodizing وhard coating هستند.که مقاومت به خوردگی و سایش را بالا می برند.

خوردگی

- :
- 3در کل نوع سطح هستند که پوشش داده نمی شوند که شامل1- سطوحی که باید ماشینکاری شوند2- سطوح بزرگ
- 3- سطوحی که رسانایی الکتریکی نیاز دارند.
- در کل 3 نوع محیط وجود دارد که کارایی خوردگي الیاژ هاي آلومینیم در مورد ان بررسی می شود
- 1- خوردگی اتمسفری: در مورد محیط های indoorsدر محیطهای معمول هر نوع از الیاژ آلومینیم باید برای مدت زمان طولانی مقاوم باشندمثل Household appliance

- Outdoors: در این گونه محیطها مقاومت به خوردگی به عناصر شیمیایی در محیط و میزان رطوبت بستگی دارد. تمام الیاژ های آلومینیم با فرو بردن در اب نمک یا پاشش نمک مورد حمله قرار می گیرند که این در شاهراهها در مناطق سرد مشکل ایجاد می کند. اما سرعت خوردگی در این موارد هم پایین است به عنوان مثال بعد از 20 سال خوردگی حدود 125میکرمتر گزارش شده است .
- این در مورد محیط های صنعتی هم صادق است . سرعت خوردگی در منطق oudoorsدر ابتدا بالا است اما بعد از مدتی کاهش می یابد.
- مقاومت به خوردگی آلیاژ های ریختگی پایین تر است.
- میزان ضربات محیط هم مهم است.

- آلومینیم خالص بالاترین مقاومت به خوردگی را در اغلب محیط ها داراست.
- رده های الیاژی که مقادیر زیادی مس سیلیکون روی یا منیزیم دارند در مقابل SCCمقاوم نیستند اما آلیاژهاي خالص و رده های کم الیاژی مقاوم اند.

- Anodizing مقاومت در برابر خوردگی اتمسفری را افزایش می دهد

- آبهایی که یون فلزات سنگین مانند مس سرب قلع و نیکل دارند باعث سوراخ شدگی الیاژ های آلومینیم می شوند.
- به عنوان قانون کلی آلومینیم در اب با pH 4.5-8.5مقاوم است
- سری5XXX کاربرد قابل قبولی برای محیط اب دریا داردااما در اب دریا (با گذشت زمان) سوراخ می شوند, ممکن است قایقهای آلومینیمی درست شود (یا سایر کاربردها) اما باید از پوشش یا حفاظت استفاده کرد

خوردگی شیمیایی

- محیط های قلیایی قوی مهمترین دشمن آلومینیم هستنداما اسیدهای هم مخرب اند. در دمای محیط آلومینیم خالص در مقابل خوردگی در اسید نیتریک غلیظ)بیش از 80 درصد مقاوم هستند.
- در دمای اتاق در مقابل اکثر محصولات پتروشیمی مقاوم هستند.
- در برابر خوردگی در محیط های غذایی مقاوم هستند و مهمتر اینکه مسمومیت ایجاد نمی کنند.

Alloy Selection

- از انجایی که بعضی الیاژها بری کاربرد های خاص مناسب تر هستند افزون بر 200 نوع الیاژ وجود دارد.
- الیاژهایی که برای یک طراح متوسط لازم است در زیر امده است
- آلومینیم خالص بلاترین مقاومت به خوردگی را دارد و برای افزایش مقاومت مکانیکي سایر الیاژها مثل 2024,3003,6061,7075به انها cladمی شوند.

1XXX Al of 99% minimum purity

2XXX Al - Cu alloys

3XXX Al - Mn alloys

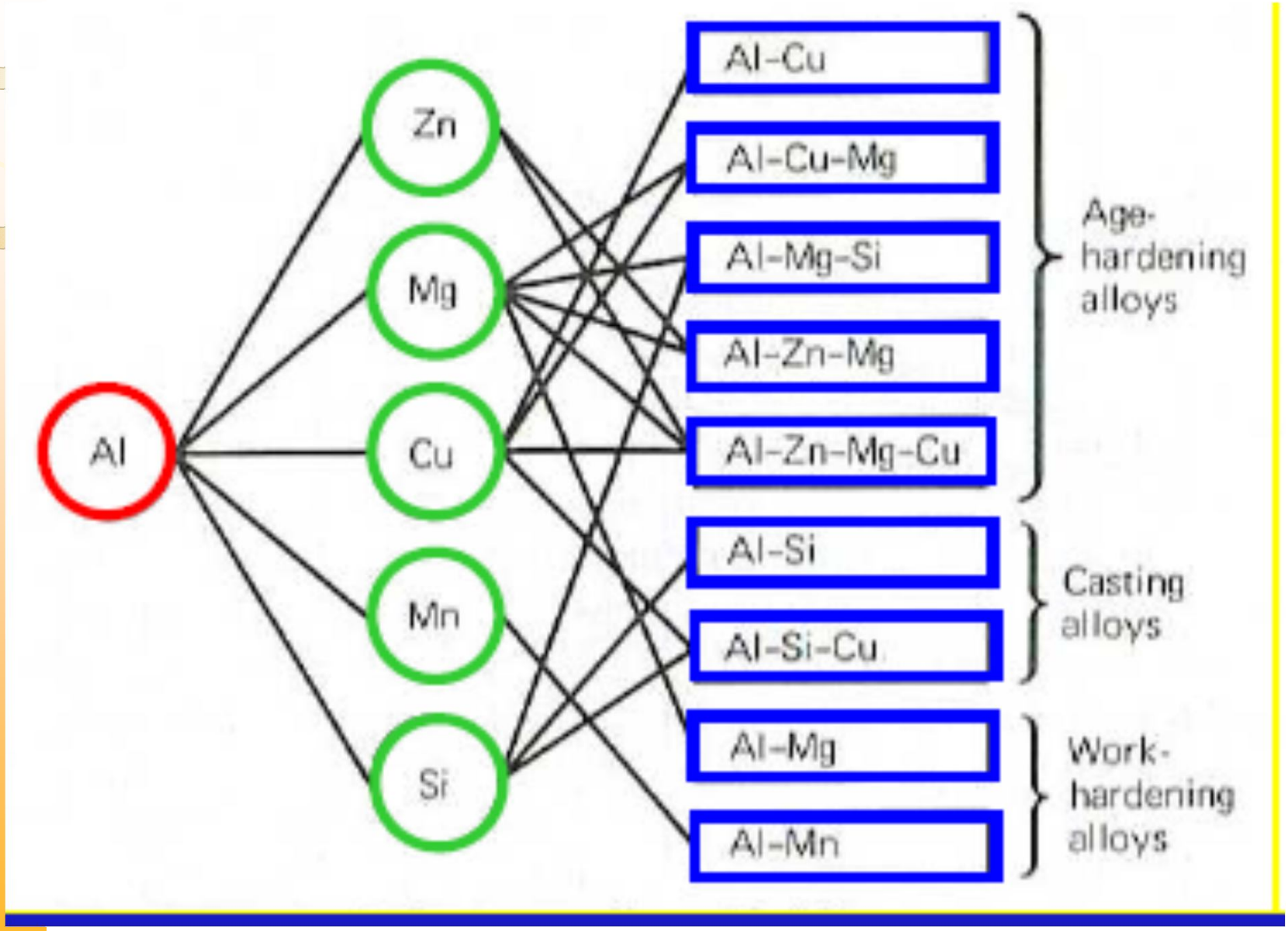
4XXX Al - Si alloys

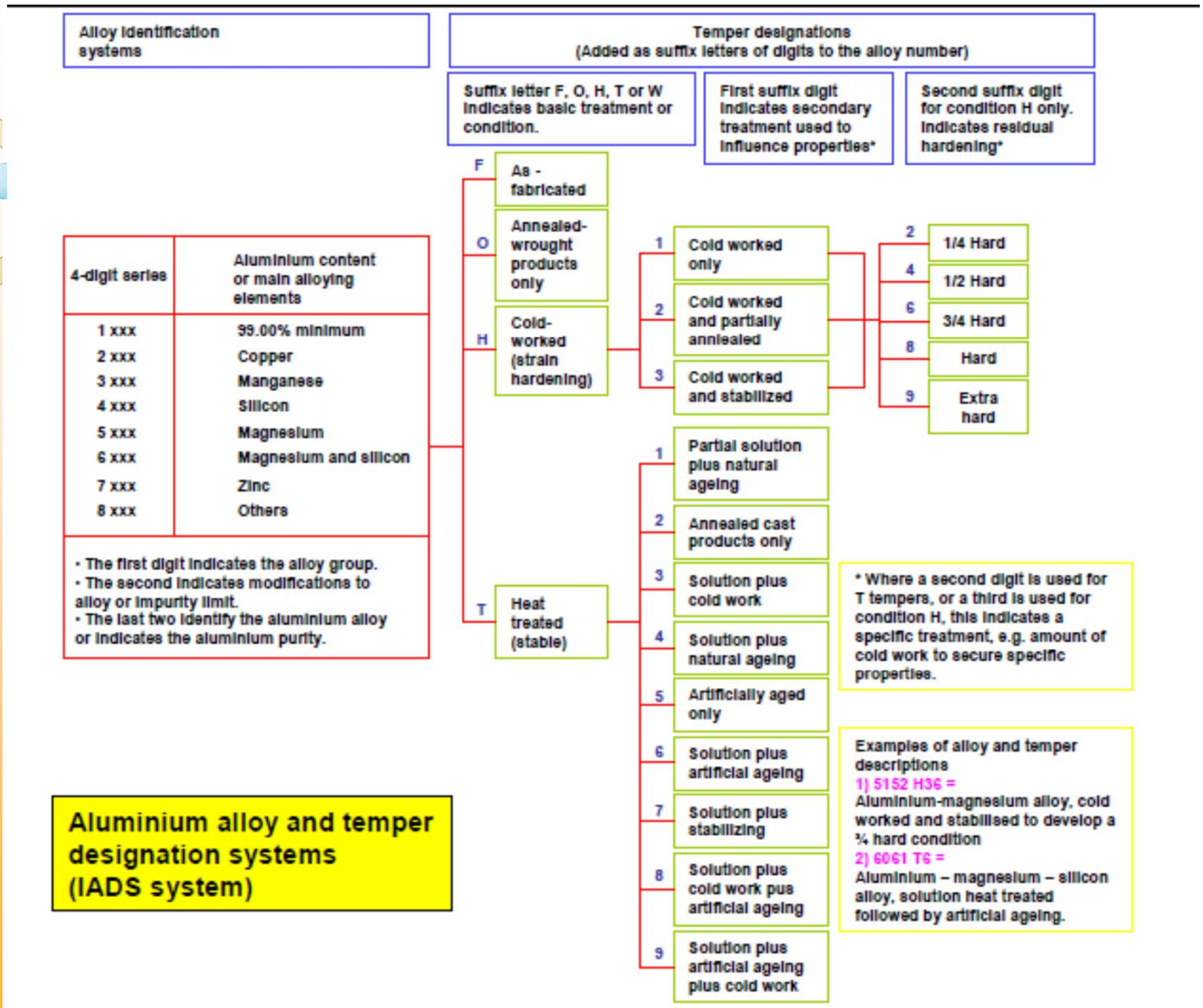
5XXX Al - Mg alloys

6XXX Al - Mg - Si alloys

7XXX Al - Zn - Mg alloys

8XXX Miscellaneous alloys, e.g. aluminium-lithium alloys


Al
Zn
Mg
Cu
Mn
Si
Al–Cu
Al–Cu–Mg
Al–Mg–Si
Al–Zn–Mg
Al–Zn–Mg–Cu
Al–Si
Al–Si–Cu
Al–Mg
Al–Mn
Age-hardening alloys
Casting alloys
Work-hardening alloys



Aluminium alloy and temper designation systems (IADS system)

Non-heat-treatable alloys

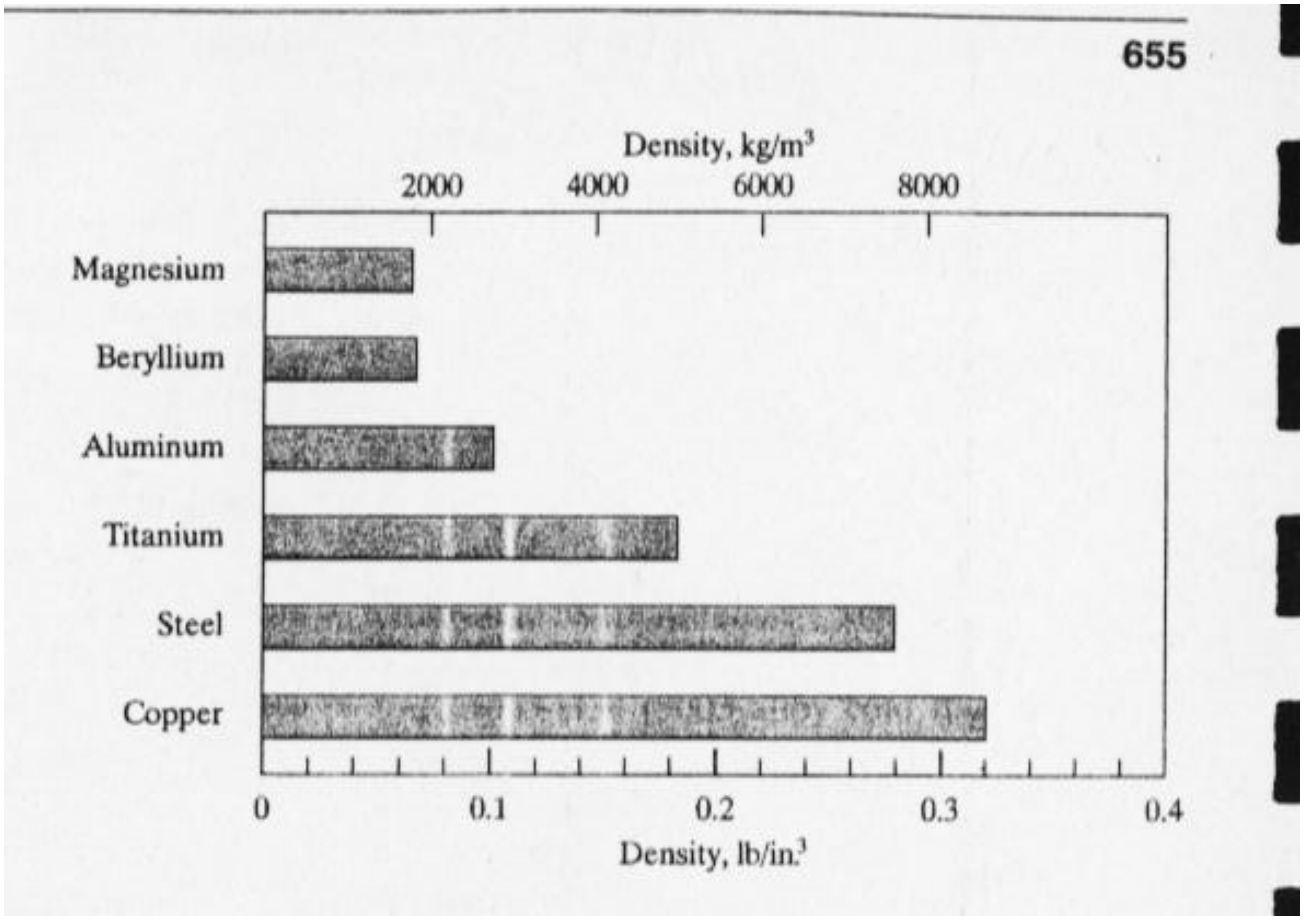
- 1xxx series (Super-purity and commercial-purity aluminium)
- 3xxx series (Al-Mn and Al-Mn-Mg alloys)
- 5xxx series (Al-Mg alloys)
- 8xxx series (Miscellaneous alloys)

Heat-treatable alloys

- 2xxx series (Al-Cu and Al-Cu-Mg alloys)
- 6xxx series (Al-Mg-Si alloys)
- 7xxx series (Al-Zn-Mg and Al-Zn-Mg-Cu alloys)

- خواص مکانیکی:
- 1- مهمترین خاصیت برای طراحی مدول الاستیک است شکل 10-17
- الیاژ های آلومینیم به اندازه فولاد Stiffnessندارند که باید هنگام جایگزینی فولاد با آلومینیم توجه نمود..
  3 elastic deflection برابر فولاد است در اندازه یکسان.

Introduction to metals: Chapter7- Aluminum and Aluminum alloys



- از انجایی که طراحان تمایل دارند سازه ها راسبک کنند از آلومینیم استفاده می کنند.
- Specific stiffness (modulus/density)هم اندازه فولاد است.

- 2- سختی الیاژ های آلومینیم از 20HB تا 120 تغییر می کند که از نرم ترین فولاد نرم تر است.اما سختی کم به معنای مقاومت به سایش کم نسیت .
- سطح این الیاژ ها به کمک Anodizingمانند سخت ترین فولاد ها می شود.که باعث مقاومت به سایش می شود اما نمی تواند ماشینکاری شود.از انجایی که اندایزینگ باعث خشن شدن سطح می شود نمی تواند برای سایش در برابر فلزات نرم به کار رود اما هنگامي كد برابر يك فولاد سخت شده مي لغزند مي توانند مقاومت به سايش مناسبي داشته باشند

خواص كششي آلياژ هاي آلومينيم

- خواص کششی الیاژ های آلومینیم از - 90MPA 676MPAتغییر می کند (آلومینیم خالص- الیاژ 7001-T6
- الیاژ های و 1100و1350 برای کاربرد های الکتریکی به کار می روند

- آلياژ هاي سري 3000و 5000كه عمليات حرارتي نمي شونداستحكام كششي در حدود 110تا MPa435 دارند

1000

Properties:

- Low tensile strength (90 MPa ***CP 1100***)
- Yield stress of only 7-11 MPa.

Applications:

- Electrical conductors
- Chemical process equipment
- Foils
- Decorative finishes.

Al-Mn and Al-Mn-Mg alloys (3xxx series)

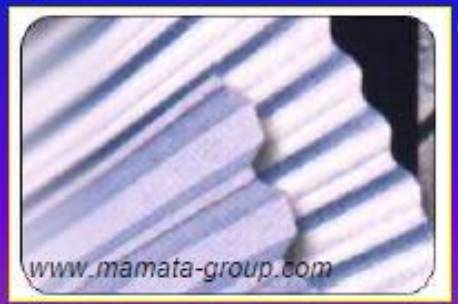
• Al-Mn alloys (upto 1.25% Mn)
Greater amount leads to large primary Al_6Mn particles)→ deleterious local ductility).

Properties:

Moderate strength, i.e., σ_{TS} ~ 110 MPa in ***annealed 3003.***
High ductility
Excellent corrosion resistance

Applications:

Foil
Roofing sheet



• Al-Mn-Mg alloys
(provide solid solution strengthening) and widely used in a variety of strain-hardened tempers.

Properties:

- Moderate strength, i.e., σ_{TS} ~ 180 MPa in ***annealed 3004.***
- Readily fabricated
- Excellent corrosion resistance

Applications:

- Manufacturing beverage cans

Al-Mg alloys (5xxx series)

Properties:

- Al-0.8Mg (5005): σ_y 40 MPa, σ_{TS} 125 MPa
- Al-(4.7-5.5)Mg (5456): σ_y 160, σ_{TS} 310 MPa
- High rate of work hardening
- High corrosion resistance
- Bright surface finish

Applications:

- Transportation structural plates
- Large tanks for petrol, milk, grain
- Pressure vessel
- Architectural components

Aluminium transportation plates

Aluminium fuel tank

Al-Cu alloys (2xxx series)

Properties:

- High strength (2119: σ_{TS} 505 MPa).
- Good creep strength at high temp.
- High toughness at cryogenic temp.
- Good machinability.

Applications:

- Fuel tanks

Welding wires

Fuel tanks

Al-Cu-Mg alloys (2xxx series)

Applications:

- pistons, rivets for aircraft constructions

Airplane structure

Aluminium pistons and devices for thermal shock used in airplane

Al-Mg-Si alloys (6xxx series)

Mg + Si (0.8-1.2%)

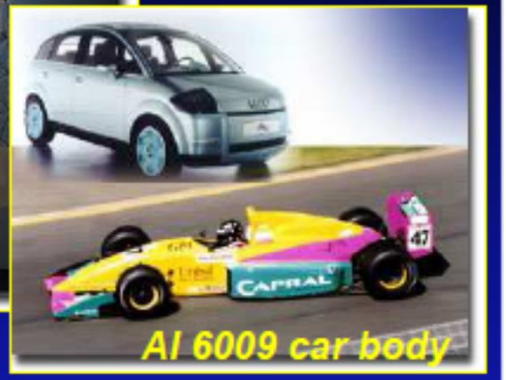
Properties:

- Medium-strength structural alloys (most widely used 6063-T6, σ_y 215 MPa, σ_{TS} 245).
- Readily extruded
- Colour anodized.

Applications:

- Architectural & decorative finishes.
- Automotive trim.

Al 6005 satellite dish


Al 6009 car body

Al 6061 Structural component

Electric train

Al 6063 Large water pipe

Mg + Si (> 1.4%)

Properties:

- Higher strength on ageing, 6013 - Al-Mg-Si-Cu, σ_y 330 MPa(T6) and 415 (MPa) T8.

Applications:

- Aircraft, automotive
- Recreation applications
- Extruded sections

Al-Zn-Mg and Al-Zn-Mg-Cu alloys (7xxx series)

Properties:

- Strength is insensitive to cooling rate → suitable for ***welding***.
- ***Yield strength*** might be double to ***Al-Mg*** and ***Al-Mg-Si*** alloys (~ upto 600 MPa).
- ***Stress corrosion cracking resistance*** in ***Al-Zn-Mg-Cu*** alloys.

Al 7039 aircraft construction

Applications:

- Light weight military bridge
- Aircraft construction.

Al 7075 Component in motorcycle

Al 7005 post box

Properties required for good casting

- Low melting temperature
- Low solubility of gases except H_2
- Good fluidity
- Good surface finishes

Disadvantage

- High solidification shrinkage (3.5-8.5%)

Factors controlling properties

- Melting and pouring practices
- Impurity levels
- Grain size
- Solidification rate

Cast aluminium alloys are widely used for transport applications,
Ex: Cast engine block

- Using four-digit system.

1xx.x	*Al, 99.00% or greater*
	Al alloys grouped by major alloying elements
2xx.x	*Cu*
3xx.x	*Si with added Cu and/or Mg*
4xx.x	*Si*
5xx.x	*Mg*
7xx.x	*Zn*
8xx.x	*Sn*
9xx.x	*Other elements*
6xx.x	*Unused series*

Alloy	Method(b)	Elements (wt. %) Si	Cu	Mg	Fe	Zn	Others
319.0	S, P	6.0	3.5	<0.10	<1.0	<1.0	
332.0	P	9.5	3.0	1.0	1.2	1.0	
355.0	S, P	5.0	1.25	0.5	<0.06	<0.35	
A356.0	S, P-	7.0	<0.20	0.35	<0.2	<0.1	
A357.0	S, P	7.0	<0.20	0.55	<0.2	<0.1	0.05 Be
380.0	D	8.5	3.5	<0.1	<1.3	<3.0	
383.0	D	10.0	2.5	0.10	1.3	3:0	0.15 Sn
384.0	D	11.0	2.0	<0.3	<1.3	<3.0	0.35 Sn
390.0	D	17.0	4.5	0.55	<1.3	<0.1	<0.1 Mg
413.0	D	12.0	<0.1	<0.10	<2.0	-	
443.0	S, P	5.25	<0.3	<0.05	<0.8	<0.5	

- آلياژ 3003 به عنوان الياژي با كاربرد هاي عمومي كه داراي شكل پذيري ، جوش پذيري مناسب و مقاومت به خوردگي مي باشند. كاربرد ها:
- Sheet metal parts on machines

- الياژ 5052 نيز خواصي مشابه دارد اما استحكام بالاتر ي نسبت به 3003 دارد و براي تانك ها قطعات ساختاري كه احتياج به مقاومت به خوردگي دارند استفاده مي شود

- سري 6000كه قابليت عمليات حرارتي نيز دارد به عنوان الياژهايي با استحكام متوسط در نظر گرفته مي شوند.
- سري 2000و 7000الياژ هاي با استحكام بالا هستند.

- الياژ هاي 6061و6063 داراي جوش پذيري و شكل پذيري مناسب هستند.و استحكام انها در حد الياژ هاي 2024و 7075 مي باشد

- استحكام قطعات ريخته گري شده الومينيم به روش ريخته گري بستگي دارد. قالب هاي فلزي كه سرعت سرد شدن بيشتري حين انجماد دارند استحكام بالاتري دارند.
- در كل استحكام الياژ هاي ريخته گري شده نسبت به الياژ هاي كارشده(Wrought) كمتر است
- آلياژ بسيار معمول 355.0 است كه قابليت پير سختي را دارد و مي تواند با روش هاي SAND castو Permanent moldريخته گري شود و داراي جوش پذيري بالا و شكل دهي مناسب الست.

- آلیاژمعمول دیگرالیاژ 380.0 است که قابلیت ریخته گري خوبي دارد و استحکام کششي در حدود MPa3331 دارد.

Al-Si-Cu, Al-Si-Mg alloys

Applications:

- Automative cylinder heads/blocks in place of cast iron.

Pistons and air compressor. 390.0 (Al-Si-Cu)

Pistons and connection rods. 319.0 (Al-Si-Mg)

Aerospace housing
(201.0)

Al-Mg alloys

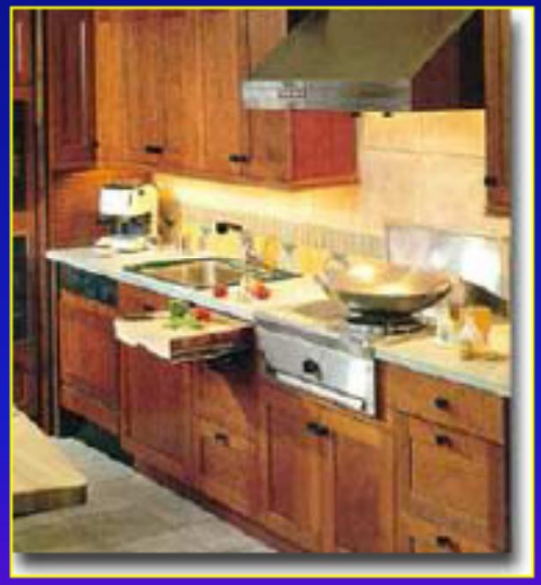
- Most are sand cast.

Properties:

- High resistance to corrosion
- Good machinability
- Attractive anodised surface.
- Little or no response to heat treatment.

Applications:

- Chemical and sewage
- Kitchen utensils.



Kitchen utensils

Watch body

Introduction to metals: Chapter7- Aluminum and Aluminum alloys

Table 17–7
Approximate properties of commonly used wrought and cast aluminum alloys[a]

Aluminum Alloy	Nominal Chemical Composition %	Typical[b] Tensile Strength ksi (MPa)	Typical[b] Yield Strength ksi (MPa)	Typical %[b] Elong.	Typical Tensile[b] Modulus 10^6 ksi (GPa)	Typical Uses
1060 UNS A91060	99.60 min. Al	0–10 (70) H18–19(130)	4 (30) 18 (125)	43 6	10 (69)	Welded tanks, chemical equipment
1100 UNS A91100	99.0 min. Al, 0.12 Cu	0–13 (90) H18–24 (165)	5 (35) 22 (150)	35 5	10 (69)	Sheet metal parts, (ducts, guards, etc.)
1145 UNS A91145	99.45 min. Al	0–11 (75) H19–29 (165)	5 (35) 21 (145)		10 (69)	Foil, heat exchanger fins
2014 UNS A92014	4.4 Cu, 0.8 Si, 0.8 Mn, 0.50 Mg, Bal Al	0–27 (185) T6–70 (485)	14 (95) 60 (415)	18 13	10.6 (73)	Vehicle and aircraft frames
2024 UNS A92024	4.4 Cu, 1.5 Mg, 0.6 Mn, Bal Al	0–27 (185) T361–72 (495)	11 (75) 57 (395)	22 13	10.6 (73)	Fasteners, aircraft parts
2219 UNS A92219	6.3 Cu, 0.3 Mg, 0.06 Ti, Bal Al	0–25 (170) T87–69 (475)	11 (75) 51 (395)	18 10	10.6 (73)	High-strength weldments—use up to 316°C (600°F)
3003 UNS A93003	1.2 Mn, 0.12 Cu, Bal Al	0–16 (110) H18–29 (200)	6 (40) 27 (185)	35 7	10 (69)	Sheet metal parts, (ducts, guards, hoods)
3004 UNS A93004	1.2 Mn, 1.0 Mg, Bal Al	0–26 (180) H32–31 (215)	10 (70) 25 (170)	22 16	10 (69)	Sheet metal parts, tanks
4043 UNS A94043	5.2 Si, Bal Al					Welding filler metal
5052 UNS A95052	2.5 Mg, 0.25 Cr, Bal Al	0–28 (195) H34–38 (260)	13 (90) 31 (215)	27 12	10.2 (70)	Sheet metal parts, tubing
5083 UNS A95083	4.4 Mg, 0.7 Mn, 0.15 Cr, Bal Al	0–42 (290) H321–46 (315)	21 (145) 33 (230)	22 16	10.3 (71)	Pressure vessels, boats, aircraft parts
5086 UNS A95086	4.0 Mg, 0.45 Mn, 0.15 Cr, Bal Al	0–38 (260) H32–42 (290)	17 (115) 30 (205)	22 12	10.3 (71)	Pressure vessels, boats, aircraft parts
6061 UNS A96061	1.0 Mg, 0.6 Si, 0.28 Cu, 0.20 Cr, Bal Al	0–18 (125) T6–45 (310)	8 (55) 40 (275)	27 13	10.0 (69)	Fixtures, frames, rolls, shafting
6063 UNS A96063	0.7 Mg, 0.4 Si	T1–22 (150) T6–35 (240)	13 (90) 31 (215)	12	10 (69)	Extruded shapes—architectural, pipe, tube, channels, etc.
355.0 (cast) UNS A03550	0.25 Cr, 1.2 Cu, 0.6 Fe Max, 0.5 Mn, 5 Si, Bal Al	T6–20 (140) T51–18 (125)	32 (220) 25 (170)	2	—	General-purpose sand/perm. mold castings
3380 (die cast) UNS A03800	3.5 Cu, 2 Fe, 8.5 Si, 0.5 Mn Max, Bal Al	23 (160)	46 (320)	2.5	—	General-purpose die casting alloy
201 (cast) UNS A02010	0.1 Si, 4.6 Cu, 0.45 Mn, 0.35 Mg, 0.25 Ti, Bal Al	T7–50 (345)	60 (415)	3	—	High-strength sand casting—see ASTM B 686

[a]At various tempers, O, H18, T6, etc.
[b]From various sources—not for design.

671

Alloy	Characteristics	Common Uses	Form
1050/1200	Good formability, weldability and corrosion resistance	Food and chemical industry.	S,P
2014A	Heat treatable. High strength. Non-weldable. Poor corrosion reistance.	Airframes.	E,P
3103/3003	Non-heat treatable. Medium strength work hardening alloy. Good weldability, formability and corrosion resistance.	Vehicle panelling, structures exposed to marine atmospsheres, mine cages.	S,P,E
5251/5052	Non-heat treatable. Medium strength work hardening alloy. Good weldability, formability and corrosion resistance.	Vehicle panelling, structures exposed to marine atmospsheres, mine cages.	S,P
5454*	Non-heat treatable. Used at temperatures from 65-200°C. Good weldability and corrosion resistance.	Pressure vessels and road tankers. Transport of ammonium nitrate, petroleum. Chemical plants.	S,P
5083*/5182	Non-heat treatable. Good weldability and corrosion resistance. Very resistant to sea water, industrial atmospheres. A superior alloy for cryogenic use (in annealed condition)	Pressure vessels and road transport applications below 65°C. Ship building structure in general.	S,P,E
6063*	Heat treatable.	Architectural extrusions (internal and external),	E

	Medium strength alloy. Good weldability and corrosion resistance. Used for intricate profiles.	pipes.	
6061*/6082*	Heat treatable. Medium strength alloy. Good weldability and corrosion resistance.	Stressed structural members, bridges, cranes, roof trusses, beer barrels.	S,P,E
6005A	Heat treatable. Properties very similar to 6082. Preferable as air quenchable, therefore has less distortion problems. Not notch sensitive.	Thin walled wide extrusions.	E
7020	Heat treatable. Age hardens naturally therefore will recover properties in heat affected zone after welding. Susceptible to stress corrosion. Good ballistic deterrent properties.	Armoured vehicles, military bridges, motor cycle and bicycle frames.	P,E
7075	Heat treatable. Very high strength. Non-weldable. Poor corrosion resistance.	Airframes.	

- The following aluminium alloys are commonly used in aircraft and other aerospace structures:

7075

6061

6063

2024

5052

- **Marine alloys**
- 5052
- 5083
- 5086
- 6061
- 6063