

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ СЛИТКИ MAXIFLOW 6060 ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ

Максимальная скорость прессования
при прочностных характеристиках,
превыщающих значения 6060 T66

≥ 240 МПа

Уровень твердости 12-14 НВ

Описание продукта

Сплавы Maxiflow представляют собой новую линейку экструзионных сплавов серии бxxx для скоростного прессования, разработанную компанией «РУСАЛ». Сплавы 6060 Maxiflow являются термически упрочняемыми сплавами системы Al-Mg-Si, разработанными для достижения наибольших скоростей прессования и при этом отвечают самым высоким требованиям по прочности и соответствуют требованиям EN 755 для сплавов 6060 в состоянии поставки T66. Механические свойства, достигаемые при искусственном старении прессованного профиля, сопоставимы с характеристиками сплава 6063. Сплавы 6060 MaxiFlow обеспечивают превосходную финишную поверхность алюминиевого профиля, в том числе пригодную для получения качественного декоративного анодного покрытия. Характеристики сплавов позволяют использовать прессованные полуфабрикаты как в строительстве и архитектуре, так и во множестве других областей применения.

Типы сплавов 6060 MaxiFlow

Тип	Характеристики
Тип 1	Сплав 6060 Тип 1 разработан для применения при высокоскоростном прессовании сплошных и полых профилей, требующих превосходного качества поверхности как «после прессования», так и «после анодирования». Данный сплав разработан с целью обеспечить необходимый уровень прочности прессованного полуфабриката и высокую устойчивость к вариативности процесса производства экструдированного профиля, такого как закалка, различное время выдержки при естественном старении и неполное старение. Химический состав сплава отвечает требованиям судостроительной отрасли по устойчивости к нитевидной коррозии. Химический состав сплава полностью соответствует требованиям ГОСТ 4784-2019. Целевое содержание магния в сплаве составляет 0,40 масс.%.
Тип 2	Сплав 6060 Тип 2 разработан для достижения более высоких скоростей прессования сплошных и полых профилей, при этом по уровню механических свойств соответствует высоким требованиям стандарта EN 755-2 для состояния поставки T66. Целевое содержание магния в сплаве составляет 0,37 масс.%.



Рекомендуемые режимы прессования

Для получения прессованных изделий требуемого качества рекомендуется тщательно контролировать и отслеживать следующие параметры процесса прессования:

Состояние цилиндрического слитка до обработки

Для минимизации причин возникновения поверхностных дефектов экструдированного профиля и исключения повреждения поясков матрицы в процессе прессования, в результате которого сокращается срок её службы, поверхность цилиндрического слитка должна быть чистой, без посторонних материалов, например, таких как песок, грязь и др.

Прессование после замены матрицы

Поскольку с помощью обычных нагревателей матрицы затруднительно обеспечить получение равномерной температуры по всему ее сечению (в идеале - в пределах 5 °С), рекомендуется выполнять предварительное экструдирование 1–2 цилиндрических слитков, нагретых до более высоких температур, чем обычно - 480–500 °С. Затем необходимо продолжить прессование цилиндрического слитка со стандартной температурой предварительного нагрева и скоростью прессования.

Предварительный нагрев с помощью индукционного нагревателя или газовой печи с зонным нагревом

а) Индукционный нагреватель

Перед началом прессования цилиндрический слиток необходимо предварительно нагреть примерно до температуры 420–480 °С в зависимости от формы матриц с градиентным нагревом 0,5 °С/см (температура в начале слитка должна быть выше, чем в конце).

б) Газовая печь с зонным нагревом

При более длительном предварительном нагреве при температуре 400 °С или выше выделяется большое количество β-Mg₂Si, что оказывает отрицательное влияние на механические свойства профиля и его реакцию на анодирование. В связи с этим время нахождения слитка в печи с зонным нагревом не должно превышать 20 минут.

в) Возобновление прессования цилиндрического слитка с более длительным предварительным нагревом при температуре 350–450 °С.

Если цилиндрический слиток выдерживается более 60 минут при температуре 350–450 °С, его необходимо нагреть до температуры выше 500 °С в течение как минимум 30 минут для растворения фазы β-Mg₂Si во избежание ее отрицательного влияния β-Mg₂Si на механические свойства (ухудшение механических свойств) и процесс анодирования (появление тусклой поверхности после анодирования).

Температура контейнера

Температура контейнера должна поддерживаться на уровне 25–50 °С ниже, чем температура цилиндрического слитка после предварительного нагрева, поскольку:

а) При температуре контейнера ниже температуры слитка на 0–25 °С:

Стенка контейнера недостаточно холодная, поэтому поверхность заготовки не будет оставаться в мёртвой зоне / пресс-остатке, а будет течь в экструдированный профиль через утяжной конец, что приведёт к дефекту, известному как пресс-утяжина.

б) При температуре контейнера ниже температуры слитка более чем на 50 °С:

При этих условиях возможна чрезмерная потеря тепла через стенку контейнера. В итоге температура на выходе из матрицы не достигнет 500 °С, что приведет к риску недостижения требуемого уровня механических свойств профиля.

Скорость экструзии

Поскольку максимальная скорость экструзии в значительной степени зависит от формы профиля, то её необходимо устанавливать и контролировать в зависимости от качества экструдированной поверхности и температуры на выходе из матрицы, которая должна поддерживаться в диапазоне от 500 °С (мин.) до 580 °С (макс.) и 500–550 °С для получения максимально высокого качества поверхности.

Температура профиля на выходе из матрицы

Температуру профиля на выходе из матрицы необходимо измерять и контролировать с помощью термопары или бесконтактного пирометра с целью обеспечения достижения высоких механических свойств.

Для достижения таких свойств после старения температура профиля на выходе должна поддерживаться в диапазоне 500 °С (мин.) — 550 °С (предпочтительно) — 580 °С (макс.). 500 °С — это минимальная приемлемая температура на выходе из матрицы, при которой будет достигнуто максимальное выпадение фазы Mg-Si в твёрдый раствор, что обеспечит получение оптимальных механических свойств и равномерную реакцию на анодирование при условии достаточной скорости охлаждения на столе пресса. Для обеспечения наилучшего качества поверхности температуру необходимо контролировать в диапазоне 500 °С - 550 °С.

Охлаждение после выхода из матрицы

Для достижения требуемого уровня механических свойств профиля, а также для получения качественного покрытия при анодировании требуется обеспечить надлежащую скорость охлаждения после выхода профиля из матрицы. Скорость охлаждения также важна для обеспечения хорошей обрабатываемости профиля при последующих операциях, например, при гибке.

Рекомендуемая скорость охлаждения составляет > 1,5 °С/сек, минимальная — 1,0 °С/сек в диапазоне от 500 °С до 200 °С. Такая скорость охлаждения может быть достигнута с помощью вентиляторов высокой мощности и/или низкой скорости движения профиля вдоль отводящего рольганга, но для толстостенных и полых профилей может потребоваться охлаждение с помощью водяного тумана.

Правка

Для правки рекомендуется применять растяжку на уровне приблизительно 0,5 %, в то время как при растяжке на уровень более 1 % может произойти появление дефектов на поверхности профиля в виде «апельсиновой корки».

Старение

Для достижения максимальных механических свойств и хорошей реакции на анодирование необходимо обеспечить максимальное выпадение мелких частиц β-Mg₂Si.

Для этого рекомендуется использовать следующий процесс:

а) Естественное старение (хранение профиля при комнатной температуре)

Естественное старение в течение 8 часов — 24 часов, эффективно способствует равномерному выделению мелкодисперсных частиц β-Mg₂Si при последующем искусственном старении в печи.

б) Искусственное старение (старение профиля при температуре 170–200 °С в течение 2–8 часов)

Для равномерного выпадения мелкодисперсных и однородных частиц β-Mg₂Si после естественного старения профиль подвергается искусственному старению в печи. Обычно при более низких температурах и более продолжительном времени выдержки достигается более мелкое и равномерное выделение частиц β-Mg₂Si, что позволяет получать изделия с более высокими механическими свойствами. Более высокие температуры и более короткое время выдержки имеют противоположный эффект, как показано на кривых старения в Приложении 1. Кроме того, более длительный нагрев (более 1 часа) будет способствовать достижению более высокой прочности при старении. Типичные механические свойства профиля из сплавов MaxiFlow 6060 Тип 1 и Тип 2 в состоянии поставки Т66 приведены в следующей таблице.

Тип	Предел прочности	Предел текучести	Относительное удлинение	Твёрдость (по Вебстеру)
Тип 1	240 МПа	210 МПа	13 %	13–14 HW
Тип 2	230 МПа	200 МПа	13 %	12–13 HW

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Образцы, использованные для измерений:

- Толщина: 3,2 мм или меньше;
- Процесс производства: закалка на воздухе и искусственное старение.

(2) Таблица перевода значений твёрдости.

График зависимости твердости от температуры и времени выдержки составлена по шкале Вебстера «HW». Значения твердости по другим шкалам указаны в таблице (Приложение 2).

Рекомендуемая процедура и контрольные точки для процессов анодирования, гибки и сварки

Ниже приведены краткие рекомендации по анодированию, гибке и сварке.

Анодирование

Анодирование должно быть выполнено в течение как можно более короткого промежутка времени после искусственного старения, предпочтительно в течение не более 12 часов. Перед анодированием профиль необходимо поддерживать в чистоте и хранить при температуре окружающей среды и в помещении с максимально низкой влажностью. Не допускается хранение профилей в помещениях с кислой или щелочной средой.

Гибка

Для получения хороших гибочных характеристик рекомендуется выполнить следующие действия.

а) Гибку профиля рекомендуется производить в течение не более 8 часов после экструзии, до старения.

б) Если гибку необходимо выполнить по истечении более чем 8 часов после завершения процесса экструзии, рекомендуется провести стабилизацию при температуре 165 °С в течение 2 часов для избежания естественного упрочнения. Благодаря данной процедуре характеристики прогнозируемого пружинения могут достигаться вне зависимости от времени гибки профиля.

в) После гибки профили можно подвергнуть старению для получения максимальных механических свойств путём искусственного старения.

Сварка

Экструдированные алюминиевые профили могут быть соединены с помощью различных видов сварки, например, аргоно-дуговой (TIG и MIG) и точечной контактной сварки. Рекомендуется использовать в качестве присадочного материала сплавы серии 5xxx, однако также можно использовать и сплавы серии 4xxx.

ПРИЛОЖЕНИЯ:

1. Кривые старения для сплавов MaxiFlow 6060 Тип 1 и Тип 2

Типичные кривые старения для сплавов MaxiFlow 6060 Тип 1 и Тип 2 представлены в Приложении 1. Обратите внимание, что кривые старения были получены после повторной закалки и старения в лабораторных условиях. Параметры старения следует выбирать с помощью приведенных в приложении графиков в соответствии с требованиями потребителей.

2. Таблица перевода значений твёрдости

Таблица перевода значений твёрдости по Вебстеру (HW), Роквеллу (HRE), Роквеллу (HRF), Виккерсу (HV) и по Бринеллю (HB) представлена в Приложении 2.

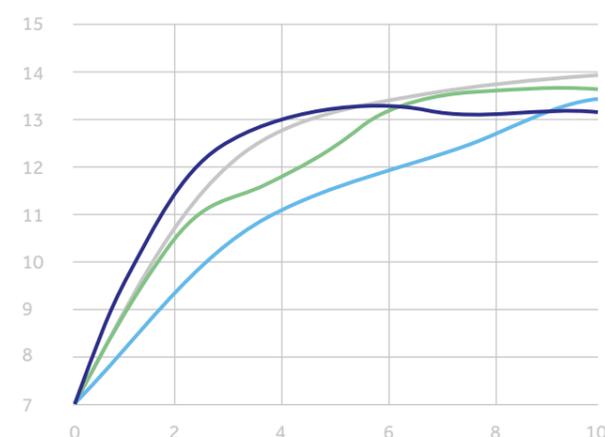
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Механические свойства и условия старения для 6060 MaxiFlow Тип 1*

* Все кривые старения получены на профилях, отпрессованных в реальных условиях

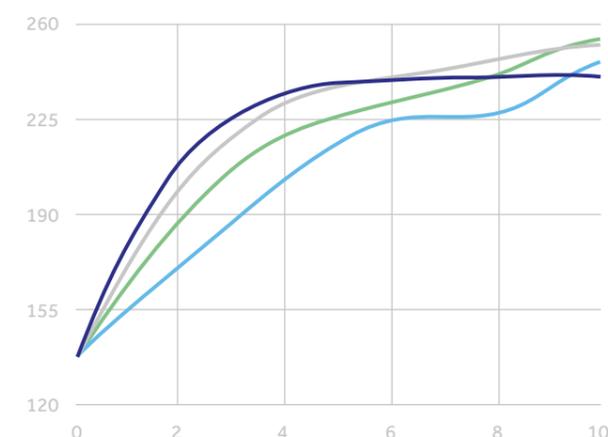
ТВЁРДОСТЬ ПО ВЕБСТЕРУ

Твёрдость, НВ; Время выдержки (ч)



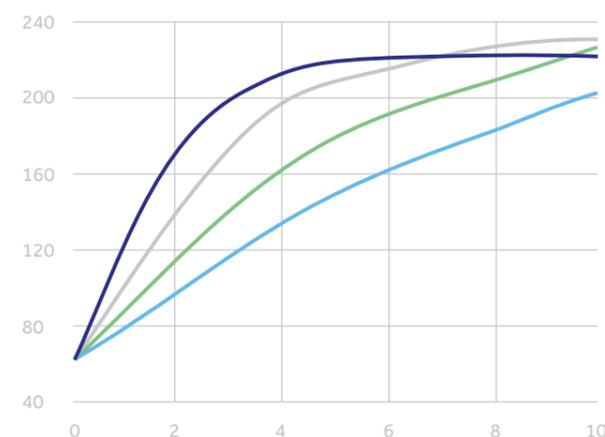
ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ

UTS, МПа; Время выдержки (ч)



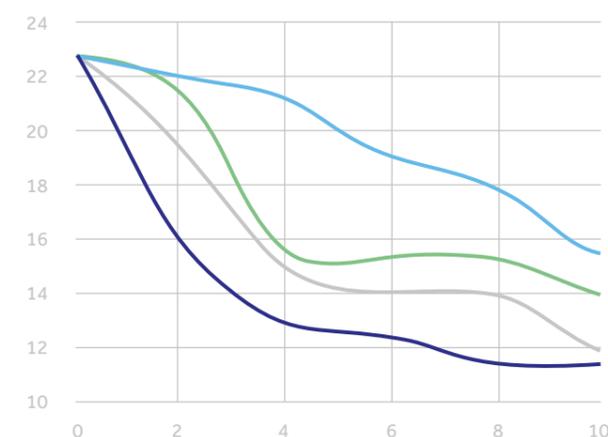
ПРЕДЕЛ ТЕКУЧЕСТИ

ПТ, МПа; Время выдержки (ч)



ОТНОСИТЕЛЬНОЕ УДЛИНЕНИЕ

ОУ, %; Время выдержки (ч)



— 160 — 170 — 180 — 190

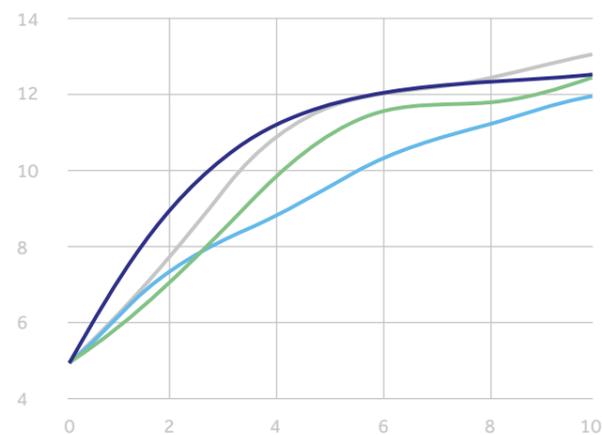
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ):

Механические свойства и условия старения для 6060 MaxiFlow Тип 2*

* Все кривые старения получены на профилях, отпрессованных в реальных условиях

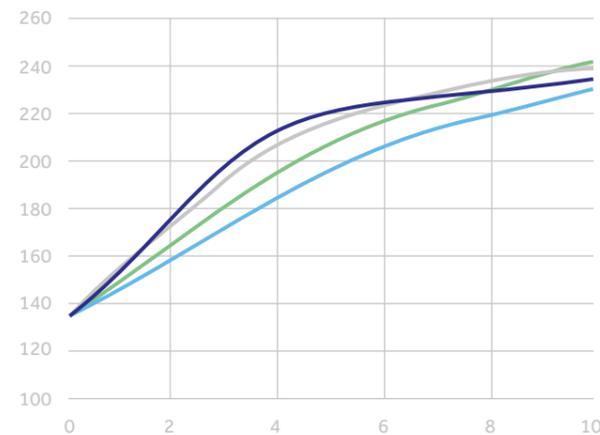
ТВЁРДОСТЬ ПО ВЕБСТЕРУ

Твёрдость, НВ; Время выдержки (ч)



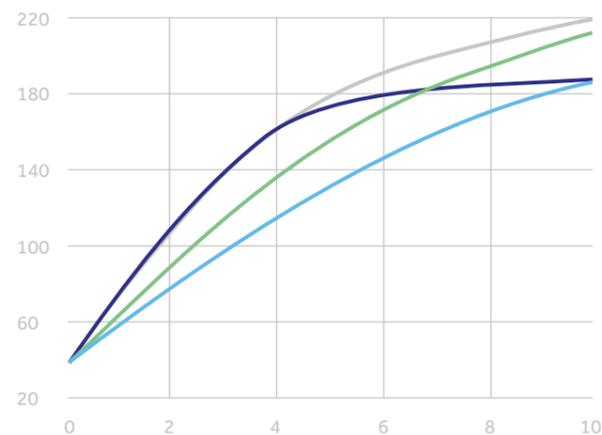
ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ

UTS, МПа; Время выдержки (ч)



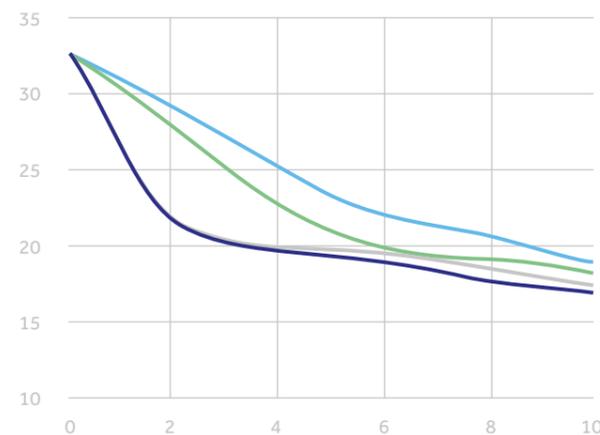
ПРЕДЕЛ ТЕКУЧЕСТИ

ПТ, МПа; Время выдержки (ч)



ОТНОСИТЕЛЬНОЕ УДЛИНЕНИЕ

ОУ, %; Время выдержки (ч)



— 160 — 170 — 180 — 190

ПРИЛОЖЕНИЕ 2:

Таблица перевода значений твёрдости

ПО ВЕБСТЕРУ	ПО РОКВЕЛЛУЕ	ПО РОКВЕЛЛУ F	ПО ВИККЕРСУ	ПО БРИНЕЛЛЮ
HW	HRE	HRF	HV	HB
18	101	98.5	131	114
17	97	95	119	106
16	92.5	87.2	108	94
15	88	83	99	82
14	84	78	91	74
13	79.5	74	83	65
12	75	70	78	60
11	71	66	73	55
10	67	62.5	69	53
9	62.5	58	65	
8	58	54	61	
7	54	50	58	
6	49.5	46.5		
5	45			
4	41			

ОФИСЫ КОМПАНИИ РУСАЛ

ШВЕЙЦАРИЯ

RUSAL Marketing GmbH, Metalli Center
Baarerstrasse 22 6300 Zug Switzerland (Цуг,
Швейцария), info-zug@rusal.com

Телефон: +41 41 560 98 00
Факс: +41 41 560 98 01

РОССИЯ

ул. Василисы Кожиной 1, г. Москва,
121096, Россия

Телефон: +7 495 720-51-70
Факс: +7 495 745-70-46

ЯПОНИЯ

26th Floor, ARK Hills Sengokuyama Mori Tower,
1-9-10 Roppongi, Minato-ku, Tokyo (Токио,
Япония) 106-0032

Телефон: +81 3 5561 9215
Факс: +81 3 5561 9216

США

800 Westchester Ave, Suite S-308
Rye Brook, NY 10573, USA (Нью-Йорк, США)

Телефон: +1 914 670 5771
Факс: +1 914 670 5786

КИТАЙ

Suite 2505, 25/F, Tower D, Central International
Trade Center, 6A Jianguomenwai Av., Chaoyang
distr., Beijing, 100022 PRC. (Пекин, КНР)

Телефон: +86 10 85679811
Телефон: +86 10 85679120
Факс: +86 10 85679081

ГОНКОНГ

Suites 3301 & 3320, 33/F, Jardine House,
1 Connaught Place, Central, Hong Kong (Гонконг)

Телефон: +852 39158701
Факс: +852 39158777

СИНГАПУР

One Temasek Avenue #24-01A, Millenia Tower,
Singapore 039192 (Сингапур)

Телефон: +65 6816 2915

ТУРЦИЯ

Barbaros Mah. Palladium Ofis Bina Kat:2
No:217 Atasehir / Istanbul (Стамбул, Турция)

Телефон: +90 216 663 60 30
Факс: +90 216 663 60 30

ЮЖНАЯ КОРЕЯ

#1514, Seocho World Bldg. 19, Seoun-ro,
Seocho-gu, Seoul (Сеул, Республика Корея)

Телефон: +82-2-597-0880
Факс: +82-2-597-1880

www.rusal.ru