

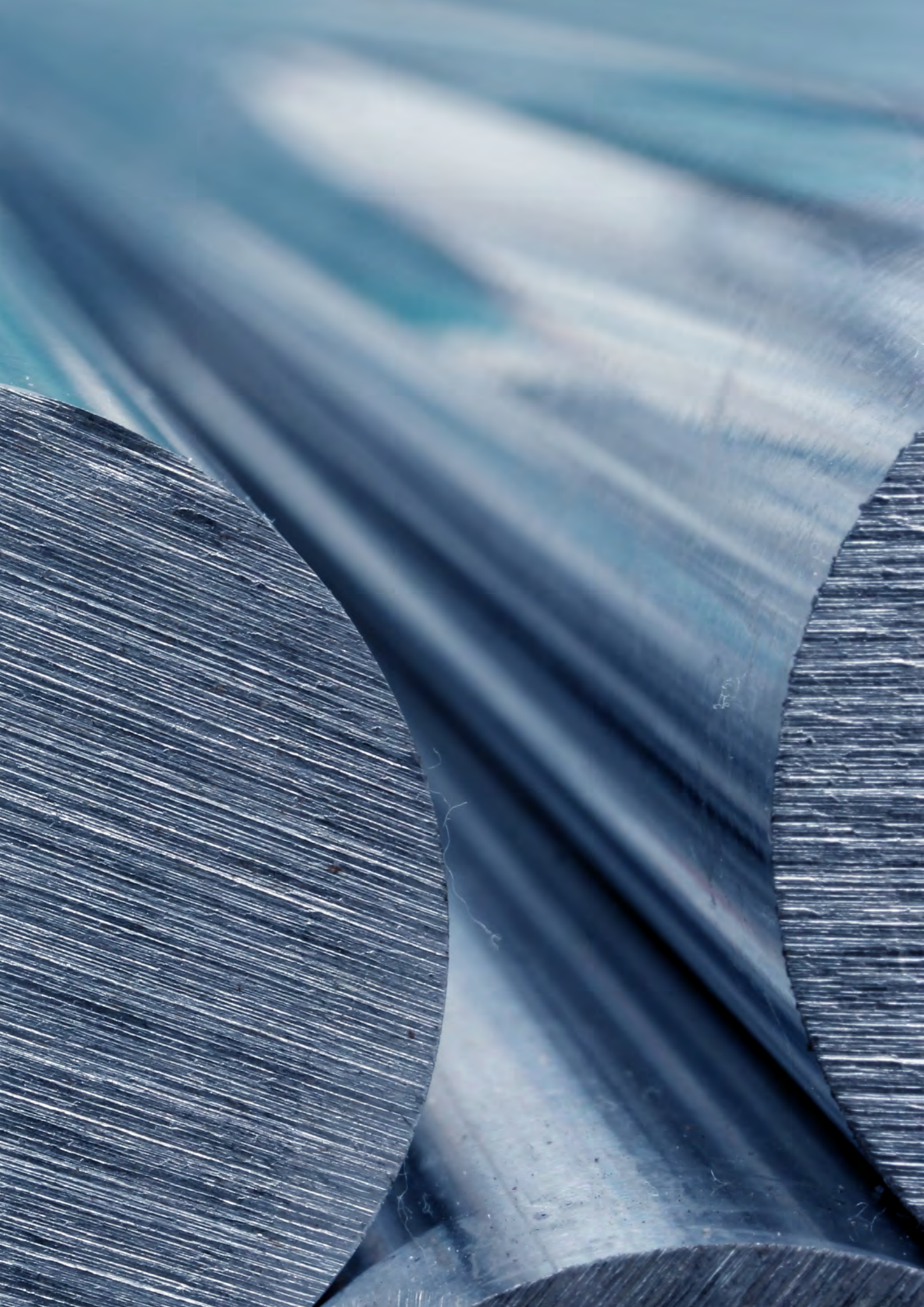
# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ СЛИТКИ MAXIFLOW 6360 ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ

Максимальная скорость прессования  
при прочностных характеристиках,  
превыщающих значения 6060 T6

**$\geq 200$  МПа**

Уровень твердости 10-11 HW





## Описание продукта

Сплавы Maxiflow представляют собой новую линейку экструзионных сплавов серии бxxx для скоростного прессования, разработанную компанией «РУСАЛ». Сплав 6360 Maxiflow является термически упрочняемым сплавом системы Al-Mg-Si, разработанным для более высоких скоростей прессования в сравнении со сплавами типа 6060 и при этом обладает сопоставимыми механическими свойствами при искусственном старении. Сплав 6360 Maxiflow обеспечивают превосходное качество финишной поверхности алюминиевого профиля, включая анодирование. Данные характеристики сплава позволяют использовать прессованные из него полуфабрикаты как в строительстве и архитектуре, так и во множестве других областей применения.

## Типы сплавов 6360 MaxiFlow

Тип	Характеристики
Тип 1	Сплав 6360 Тип 1 разработан для потребителей, которым требуется сохранение механических свойств сплава 6060 при одновременном увеличении скорости прессования. Сплав подходит для конечного использования в архитектуре, а также для производства множества других изделий, включая изделия сложной формы. Сплав подходит для высокоскоростной экструзии как сплошных, так и полых профилей, требующих превосходного качества поверхности как сразу после процесса экструзии, так и после анодирования. Целевое содержание магния в сплаве составляет 0,33 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 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

### 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  $\beta$ -Mg<sub>2</sub>Si, 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  $\beta$ -Mg<sub>2</sub>Si во избежание ее отрицательного влияния на механические свойства (ухудшение механических свойств) и процесс анодирования (появление тусклой поверхности после анодирования). Скорость охлаждения после нагрева должна составлять минимум 250 °С/час, а в идеале - ещё выше.

## Температура контейнера

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

### а) При температуре 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 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 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 растяжка 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  $\beta''$ -MgSi.

Для этого рекомендуется использовать следующий процесс:

#### а) Естественное старение (хранение профиля при комнатной температуре)

Естественное старение до 12–24 часов, оптимально — 8 часов, является эффективным для достижения мелкодисперсного и равномерного выделения частиц  $\beta''$ -MgSi при искусственном старении в печи старения.

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

Для равномерного выпадения мелкодисперсных и однородных частиц  $\beta''$ -MgSi 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  $\beta''$ -MgSi, 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 сплава MaxiFlow 6360 Тип 1 в состоянии поставки T66 приведены в следующей таблице.

Тип	Предел прочности	Предел текучести	Относительное удлинение	Твёрдость (по Вебстеру)
Тип 1	200 МПа	175 МПа	15%	10-11 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 составлен 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 рекомендуется производить в течение 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 во избежание 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 сплав серии 5xxx, однако также можно использовать и сплав серии 4xxx.

### ПРИЛОЖЕНИЯ:

#### 1. Кривые старения для сплава MaxiFlow 6360 Тип 1

Типичные кривые старения для сплава MaxiFlow 6360 Тип 1 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.

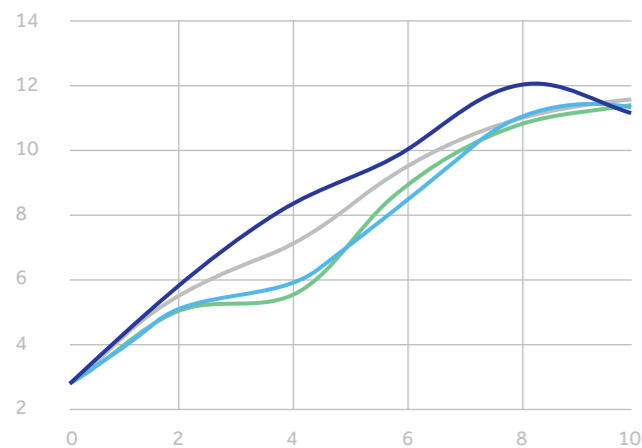
ПРИЛОЖЕНИЕ 1:

# Механические свойства и условия старения для 6360 MaxFlow Тип 1\*

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

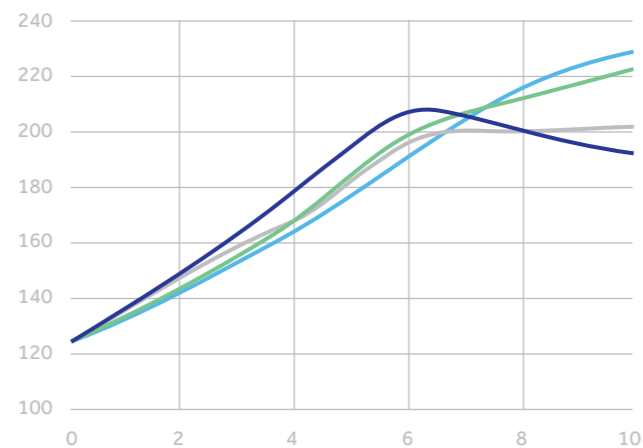
## ТВЁРДОСТЬ ПО ВЕБСТЕРУ

Твёрдость, НВ; Время выдержки (ч)



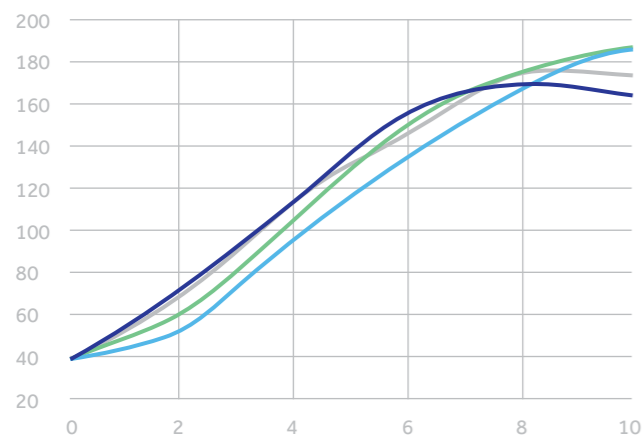
## ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ

UTS, МПа; Время выдержки (ч)



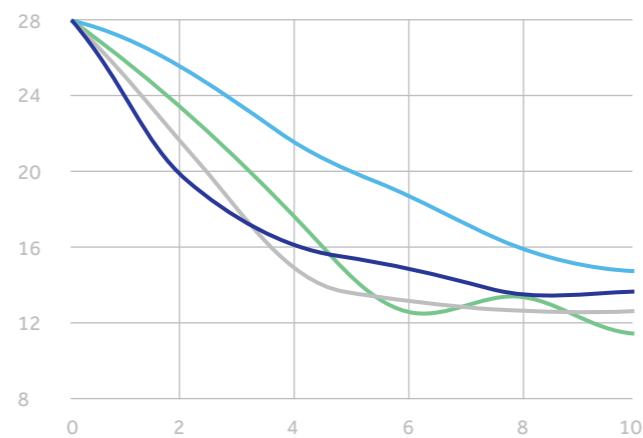
## ПРЕДЕЛ ТЕКУЧЕСТИ

ПТ, МПа; Время выдержки (ч)



## ОТНОСИТЕЛЬНОЕ УДЛИНЕНИЕ

ОУ, %; Время выдержки (ч)



— 160 — 170 — 180 — 190

ПРИЛОЖЕНИЕ 2:

# Таблица перевода значений твёрдости

ПО ВЕБСТЕРУ НВ	ПО РОКВЕЛЛУЕ HRE	ПО РОКВЕЛЛУФ HRF	ПО ВИККЕРСУ HV	ПО БРИНЕЛЛЮ НВ
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](http://www.rusal.ru)