



Предприятие группы компаний Leitz.



Многообразие деталей из синтетических материалов



Экструдированные профили из синтетических материалов



Принцип образования клубков мономеров

В повседневной жизни синтетические материалы стали для нас привычными. Они бывают разных форм и расцветок, могут быть мягкими и твердыми, это может быть удобная упаковка или высокопрочный конструкционный элемент в авиационном и космическом строении. Кажется, нет границ возможностей использования синтетических материалов. Спектр синтетических материалов расширяется постоянно вместе с появлением новых соединений синтетических материалов и новых композиционных материалов. По всей видимости, ни один другой материал не обладает таким большим потенциалом развития, как синтетические материалы.

Необходимо принимать во внимание различные качества синтетических материалов при их обработке резанием. Хорошего качества продукции, экономичности и надежности производства можно достичь, если использовать для обработки инструмент, оптимизированный под конкретный материал.

Общим для всех синтетических материалов является то, что они имеют незначительную плотность и малую теплопроводность. Основу всех синтетических материалов составляют так называемые мономеры. Способ соединения мономеров друг с другом в полимеры определяет свойства синтетических материалов.

#### Термопластичные материалы

Если мономеры соединяются механически – точно также соединяется шерсть, – то речь идет о термопластичных материалах. Типичное свойство термопластичных материалов – присутствие температурной точки размягчения. Если термопластичный материал нагреть до этой температуры, то он становится мягким и ему можно придать форму или изменить ее. При понижении температуры после нагревания термопластичные материалы сохраняют полученную форму. Поэтому данные материалы можно использовать в таких процессах как формование литьем под давлением, экструдирование и пластическое формообразование.

В зависимости от синтетического материала температура размягчения составляет ~60°C, т.е. температура, которая имеет значение при обработке резанием. Если эта температура при обработке резанием будет превышена, то мы получим не очень хорошее качество резания. Стружка плавится, налипает на инструмент, нет требуемого качества и надежности продукции. Наряду со специальной геометрией зубьев и впадин очень важен также выбор параметров станка.

Нормативные данные для правильной обработки термопластичных материалов инструментами Wigo:

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	50-65 м/с	0,05-0,1 мм
Фрезерование	25-55 м/с	0,1-0,6 мм
Фрезерование сверху/сверление	2-55 м/с	0,1-0,6 мм

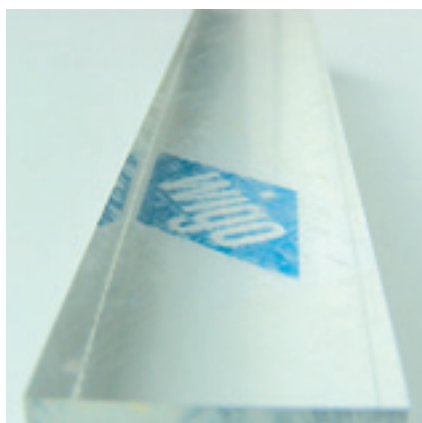
#### Профили из синтетических материалов

Экструдированные профили из синтетических материалов, т.е. термопластичные материалы, предлагаются со все более тонкими стенками. Минеральные аддитивы (добавки) делают материал более хрупким. Поэтому при обработке резанием этих исходных продуктов могут возникнуть трещины. Причина: слишком большое усилие резания. Следовательно, необходимо свести до минимума усилие резания. Инструмент и установочные параметры должны учитывать эту особенность.

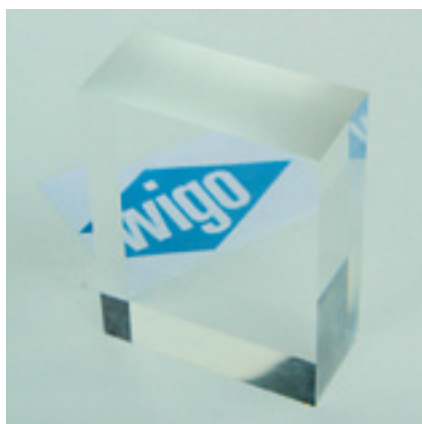
Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	55-70 м/с	0,01-0,05 мм
Фрезерование	25-55 м/с	0,1-0,6 мм
Фрезерование сверху/сверление	2-55 м/с	0,1-0,6 мм

## 8. Обработка не древесных материалов

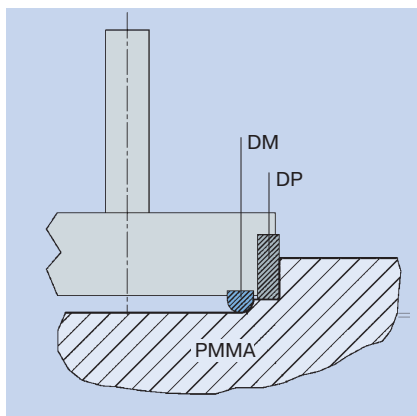
### 8.1 Синтетические материалы



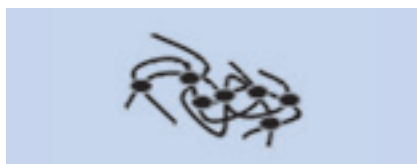
Распиленная поверхность PMMA хорошего качества.



Поверхность PMMA, зеркально отфрезерованная.



Принцип обработки при зеркальном фрезеровании – торцевое



Принцип образования структуры терморективных материалов.

#### Прозрачные термопластичные материалы

Такие прозрачные термопластичные материалы как PC и PMMA играют чрезвычайно большую роль в жизни. Промышленное производство и мелкие предприятия хотят иметь прозрачные поверхности после резания. Можно получить поверхность хорошего качества с помощью твердосплавного режущего материала, но это требует больших затрат. Для этого необходимо иметь не только инструмент с соответствующей формой зубьев и возможность охлаждать и смазывать инструмент, станок должен также быть технологически гибким и стабильным. Если все это не будет сделано, то в результате мы получим матовую обработанную поверхность.

Если матовая поверхность устраивает потребителя, то для обработки следует использовать твердосплавные инструменты или инструменты из быстрорежущей стали. Параметры резания:

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	50-65 м/с	0,01-0,04 мм
Фрезерование сверху/сверление	2-65 м/с	0,1-0,6 мм

Полированную поверхность могут обеспечить концевые фрезы, оснащенные пластинами DM (монокристаллический алмаз) и торцевые фрезы, оснащенные пластинами из природного алмаза.

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Фрезерование сверху	10-15 м/с	0,1-0,5 мм
Торцовое фрезерование	10-15 м/с	0,02-0,03 мм

Для распиливания вязких термопластичных материалов рекомендуется использовать дисковые пилы с формой зубьев FZ/TR (прямой/трапециевидный). При распиливании твердых сортов синтетических материалов и материалов с тонкими стенками лучший результат пиления можно получить, если использовать зубья с чередующейся наклонной задней поверхностью со снятой фаской.

#### Терморективные материалы

В терморективных материалах соединение мономеров происходит на химическом уровне – образуются «связывающие узелки». Для примера представьте себе сеть. Если нагревать терморективный материал, то момеры начинают двигаться. Интенсивность их движения повышается с повышением температуры. При превышении определенного свойственного данному материалу температурного порога узелки разрываются, и их невозможно больше восстановить. Вывод: терморективные материалы разрушаются при определенной температуре – «температуре разрушения». Она начинается после 150°C. Терморективные материалы, как правило, отливаются или прессуются, если это композиционный материал. Эти материалы обычно твердые и хрупкие. В результате получаем следующие параметры резания:

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	60-70 м/с	0,01-0,08 мм
Фрезерование	45-65 м/с	0,1-0,6 мм
Фрезерование сверху/сверление	2-65 м/с	0,01-0,6 мм

При обработке пилением температура не играет определяющей роли. Инструменты для обработки терморективных материалов необходимо по сравнению с инструментами для обработки термопластичных материалов использовать не только с соблюдением разнообразных установочных параметров, они имеют также различное техническое исполнение по геометрии и режущим материалам.

## 8. Обработка не древесных материалов

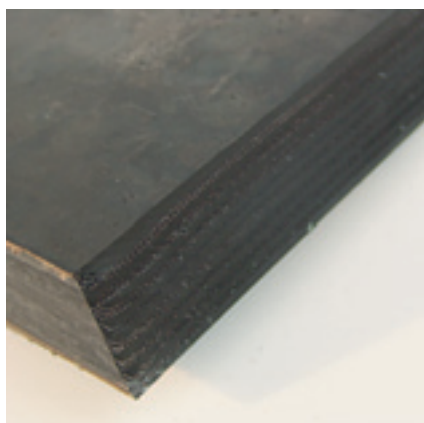
### 8.1 Синтетические материалы



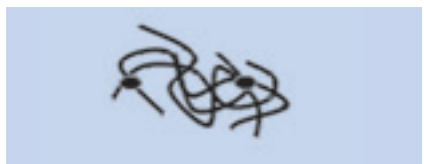
Усиленные термореактивные материалы



Детали из HPL



Качество распила эластомеров



Принцип образования структуры эластомеров.

Для улучшения свойств термореактивных материалов в них добавляют такие усилители как жесткая бумага, стекловолокно, углеродные волокна, арамидные волокна. Различные комбинации этих материалов получают новые обозначения FR2, FR3, FR4, CEM1, CEM 3, ...

(например, FR4 соответствует эпоксидной смоле со стеклотестолитом).

Режим обработки подбирается к каждому виду волокон, содержащихся в материале.

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	40-70 м/с	0,01-0,8 мм
Фрезерование	40-65 м/с	0,05-0,6 мм
Фрезерование сверху/сверление	2-65 м/с	0,01-0,6 мм

Если тонкие листовые материалы, например FR4, покрываются медью, то мы получаем пластины для производства печатных плат. Из-за наличия меди необходимо изменить режим работы.

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	47-65 м/с	0,01-0,03 мм
Фрезерование	45-55 м/с	0,05-0,1 мм

#### HPL (High Pressure Laminate – ламинат высокого давления)

Если говорят о материале HPL, то имеют в виду бумажную прослойку, пропитанную синтетическими смолами, которая прессуется под высоким давлением и высокой температурой. Это очень твердый материал, который имеет высокую плотность, вследствие этого во время обработки возникают большие усилия резания. Самый экономичный режущий материал в данном случае – алмаз. Если обрабатывается небольшое количество материала, то в качестве альтернативы можно использовать твердосплавный инструмент. Подача на зуб, а также вибрация станка, отражаются непосредственно на обрабатываемой поверхности. Малошумные дисковые пилы с небольшой вибрацией помогают значительно улучшить качество пиления.

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	50-70 м/с	0,01-0,08 мм
Фрезерование	50-60 м/с	0,03-0,1 мм
Фрезерование сверху/сверление	2-60 м/с	0,03-0,1 мм

#### Эластомеры

Эластомеры – это мягкие синтетические материалы. Все, что мы в быту называем «резиной», относится к группе эластомеров. Соединение мономеров происходит как на механическом, так одновременно и на химическом уровне. В качестве модели можно себе представить сеть с крупными ячейками. Возможна обработка резанием. Проблема в данном случае фиксирование заготовок. Для обработки эластомеров выбирают следующие параметры.

Рабочий процесс	Скорость резания	Подача на зуб
Пиление	50-65 м/с	0,01-0,03 мм
Фрезерование	30-50 м/с	0,04-0,06 мм
Фрезерование сверху/сверление	2-50 м/с	0,01-0,06 мм