

Механическая обработка PLEXIGLAS®

Руководство для практической работы



Содержание

	Содержание	Стр.
1	Общие сведения	3
1.1	Геометрические формы	3
1.2	Изменение размеров и внутреннее напряжение	3
1.3	Защитная пленка	4
1.4	Разметка	4
1.5	Последующая защита поверхности материала	4
1.6	Оборудование для механической обработки	5
1.7	Инструменты	5
2	Резка/Резание	5
2.1	Циркулярные пилы	5
2.2	Ленточные пилы	7
2.3	Прорезные пилы/Лобзиковые пилы	8
2.4	Лобзики	8
2.5	Ручные пилы	8
2.6	Вырубная штамповка и резка гильотинными ножницами	8
2.7	Нанесение бороздок и поломка	8
2.8	Лазерная резка	9
2.9	Резка с помощью водяной струи/Гидромеханическое резание	10
3	Сверление	10
3.1	Сверла	10
3.2	Специальные сверла и сверла-зенкеры	11
3.3	Вырезание отверстий	12
3.4	Нарезание резьбы	13
4	Фрезерование	13
4.1	Фрезерование по шаблону	15
4.2	Гравирование	15
5	Токарная обработка/Обточка	16
6	Опиливание – удаление заусенцев – строгание	18
7	Шлифование и полирование	19
7.1	Шлифование	19
7.2	Полирование	19
8	Отжиг	22
9	Очистка и уход	23

Примечания:

Помимо данного издания имеются брошюры для практической работы:

- Формовка PLEXIGLAS® (ссылка № 311-2)
- Соединение PLEXIGLAS® (ссылка № 311-3)
- Обработка поверхности PLEXIGLAS® (ссылка №311-4)

Специалисты по работе с PLEXIGLAS® могут найти полезную информацию в брошюре

- Краткие указания по работе с PLEXIGLAS® (ссылка № 311-5)

Имеются специальные издания о свойствах и поведении материала при обработке, а также о применении ряда наших продуктов, например:

- многослойные и гофрированные листовые материалы;
- остекление гладкими листовыми материалами;
- материалы, изолирующие от шума;
- вывески и освещение.

Материалы можно получить у официального регионального дистрибьютера продукции компании Evonik Röhm GmbH.

При использовании нашей продукции рекомендуем соблюдать:

- локальные строительные нормы и правила, а также законы, регламентирующие эмиссию (выбросы) летучих веществ;
- стандарты применения;
- ответственность производителя в соответствии с законами;
- инструкции работодателя по соблюдению техники безопасности.

1. Общие сведения

PLEXIGLAS® – товарный знак (торговое название) акрилового полимера – полиметилметакрилата (ПММА), который мы первыми выпустили на мировой рынок. Полимер универсален в использовании и пользуется особой популярностью, в том числе и благодаря тому, что хорошо поддается машинной обработке. PLEXIGLAS® **GS** изготавливается методом литья, PLEXIGLAS® **XT** – экструзией.

Механическая обработка обоих типов материала производится практически одинаковыми методами. Это также относится к материалам PLEXIGLAS® для специальных областей применения, таких как **SOUNDSTOP** (прозрачные звуковые барьеры), или материалам, имеющим специальные поверхностные свойства. Поверхность может быть устойчивой к абразивным воздействиям, текстурированной, металлизированной или иметь специальное покрытие: например, материал **HEATSTOP** (отражает солнечное тепло), **SATINICE** (материал с матовой поверхностью) и **NO DROP** (рассеивает воду и препятствует образованию капель).

Цель этой брошюры – помочь вам получить оптимальные результаты. Если у вас есть вопросы, касающиеся представленной в проспекте информации или практической работы с полимером, обращайтесь к региональному официальному дистрибьютеру или в наш **технологический консультационный центр**. Мы будем благодарны за любые предложения, основанные на вашем опыте работы в этой области.

1.1. Геометрические формы

Мы выпускаем PLEXIGLAS® **GS** в виде плоских листов, блоков, труб и стержней с гладкой или сатинированной (PLEXIGLAS **SATINICE**®) поверхностью.

PLEXIGLAS® **XT** выпускается как обычный или ударопрочный (PLEXIGLAS **RESIST**®) акрил с гладкой, текстурированной или сатинированной (PLEXIGLAS **SATINICE**®) поверхностью в виде плоских, гофрированных или многослойных листов, листов с зеркальной поверхностью, труб, стержней и пленок.

Цветные листовые материалы PLEXIGLAS® имеют однородную окраску по всему объему.

Все материалы как стандартных, так и нестандартных (специальных) размеров размещены на паллетах и имеют этикетки, содержащие информацию о правильном хранении и транспортировке. PLEXIGLAS® лучше всего хранить в помещении. Все листовые материалы имеют защитную полиэтиленовую пленку, которая легко утилизируется. В случае хранения на открытом воздухе требуется дополнительная защита.

1.2. Изменение размеров и внутреннее напряжение

Механическая обработка приводит к изменению пластмассовых изделий. Так, напряжение, которое появляется в материале в местах механической обработки, может вызвать трудности на последующих стадиях работы, таких как, например, склеивание. Это внутреннее напряжение, такое же, как и в формованных деталях, устраняется путем отжига (см. раздел 8 «Отжиг»).

Термоформование обычно вызывает усадку материала в результате действия нагрева. Усадка по длине и ширине изделия может отличаться в зависимости от марки используемого материала и должна учитываться, когда заготовка вырезается точно по размеру. Максимально возможные величины усадок можно найти в

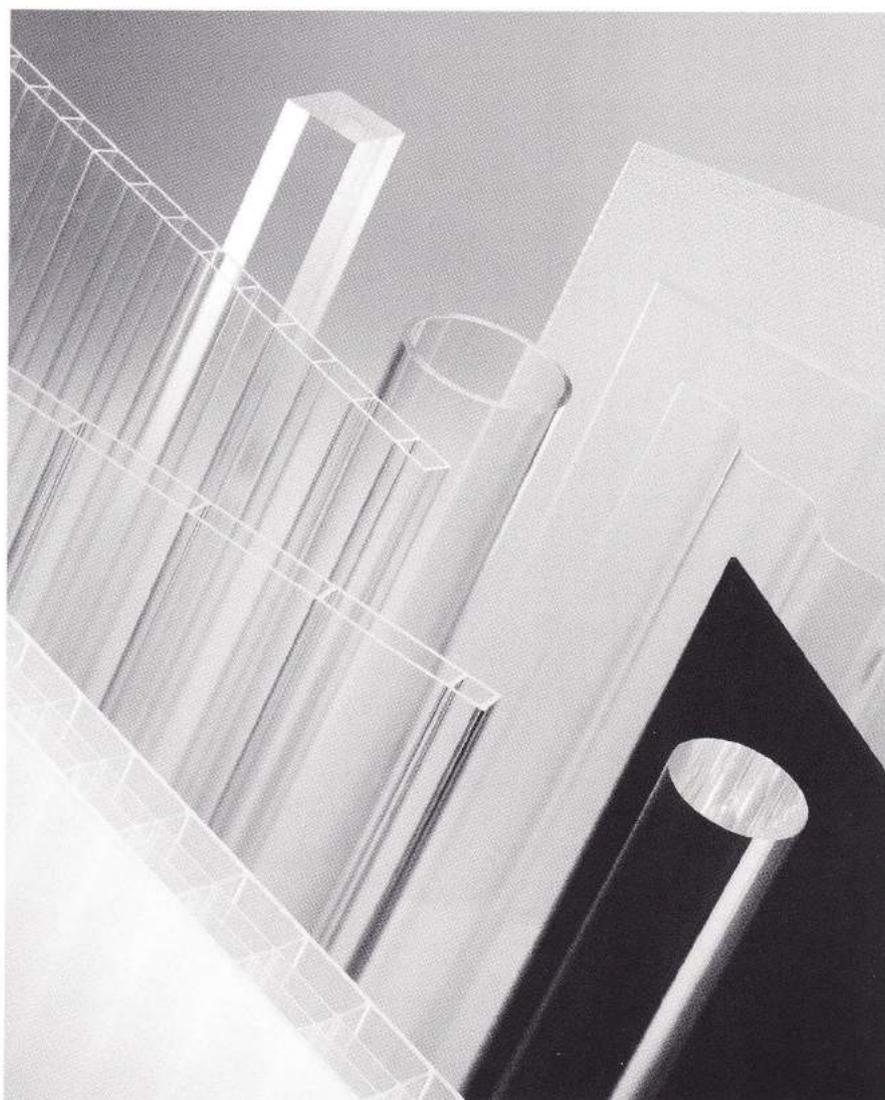


Рис. 1. Обзор продукции

1 Общие сведения

нашем Справочнике по продажам, а также в руководствах для практической работы в главе «Формование PLEXIGLAS®».

Если обрабатывается только одна поверхность листового материала, то могут возникать искажения заготовки. Это можно устранить **последующим отжигом** (см. раздел 8 «Отжиг»). В случае обработки сложных технических изделий искажения можно устранить **до начала** механической обработки при температуре **выше** температуры размягчения полимера (см. раздел 8 «Отжиг»).

Как и большинство других пластмасс, акриловые материалы имеют высокий коэффициент линейного термического расширения. Его величина составляет 0,07 мм/м•к для PLEXIGLAS® GS и XT. Влажность также оказывает влияние на стабильность размеров, но в меньшей степени, чем нагрев.

Пример. Деталь из PLEXIGLAS® GS длиной 1 000 мм при температуре от 10 до 30 °С демонстрирует удлинение 1,4 мм (20к • [0,07 мм/м•к] • 1 м).

Следовательно: всегда проверяйте размеры идентичных деталей при одинаковых температурах окружающей среды и материала.

1.3. Защитная пленка

В зависимости от марки и толщины листового материала на его поверхность наносится защитная самоклеющаяся или соэкструзионная пленка. Обычно защитную пленку на поверхности листового материала следует оставлять до начала эксплуатации готовой продукции. Если пленку необходимо удалить перед термоформованием или склеиванием, то, крепко удерживая лист за один край, **снимайте пленку одним быстрым движением**. Если листовые материалы подвергались воздействию погодных условий, то защитная пленка должна быть **удалена в течение четырех недель**, независимо от ее адгезионных свойств, поскольку в течение этого времени полиэтилен может стать хрупким или адгезия между листовым материалом и полиэтиленом может существенно усилиться. В обоих случаях пленку нельзя будет удалить обычным способом, и есть вероятность повреждения поверхности листа.

1.4. Разметка

Экологически чистая защитная полиэтиленовая пленка предназначена для защиты листовых материалов PLEXIGLAS® во время транспортировки и хранения. Защитная пленка должна быть сохранена на поверхности листового материала во время его механической обработки, и лучше всего оставить ее на поверхности готового изделия до начала эксплуатации.

Разметка отверстий для сверления контуров или краев, которые необходимо отрезать, выполняется на защитной пленке. Если защитная пленка была ранее удалена, то следует пользоваться специальным карандашом (например, мягким графитовым или восковым) для нанесения разметки прямо на поверхности листового материала.

Не следует пользоваться острыми инструментами для разметки металла типа чертилки и разметочными кернерами, если не предполагается, что надрезы,

вызванные их применением, будут удалены при последующей обработке. В противном случае все упомянутые материалы, даже ударопрочный PLEXIGLAS RESIST®, могут растрескиваться или ломаться под нагрузкой.

1.5. Последующая защита поверхности материала

Листовой материал после механической обработки, заготовки или готовые изделия, а также смонтированные детали, изготовленные из PLEXIGLAS®, которые необходимо вновь защитить от загрязнения, воздействия химических сред перед хранением или, например, во время реставрационных работ, можно сохранить следующими способами:

- нанести жидкое покрытие, которое образует пленку, впоследствии легко удаляемую с поверхности изделия (использовать 30 %-ный водный раствор PVAl);

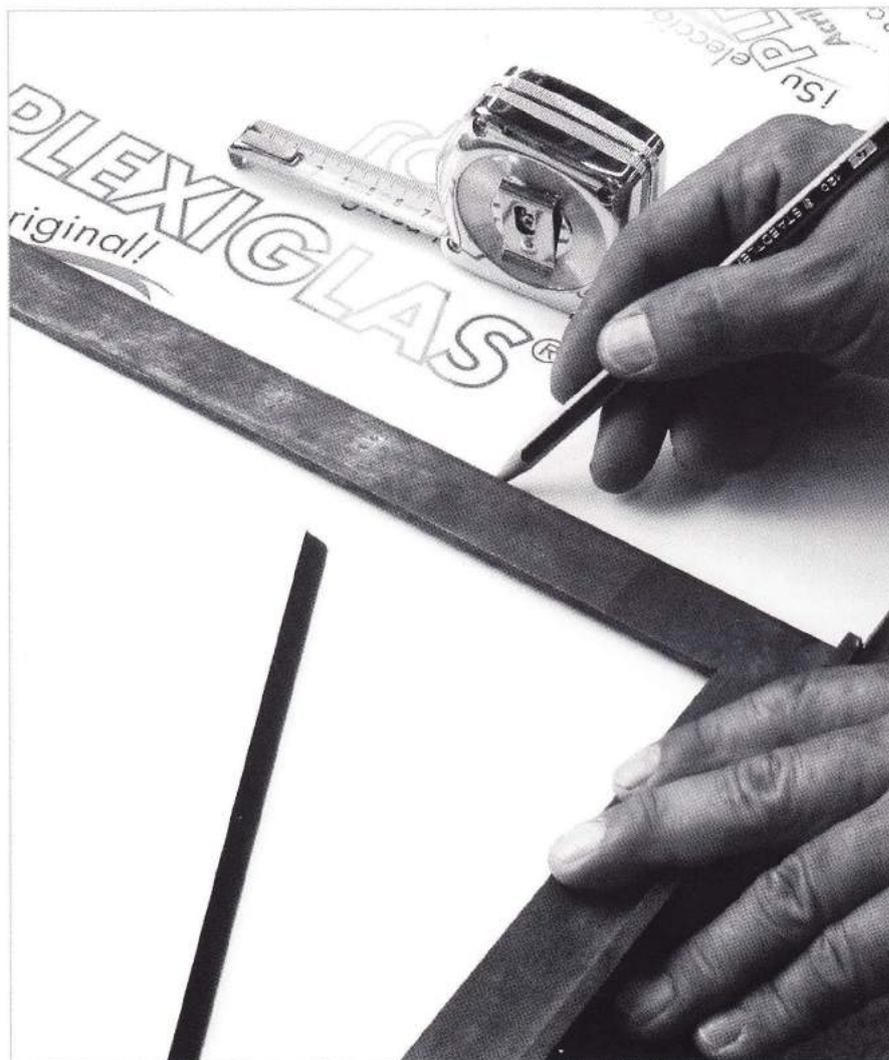


Рис. 2. Разметка

- нанести защитные пленки;
- использовать подходящие клейкие креповые ленты;
- использовать клейкие полиэтиленовые пленки;
- поместить изделие в полиэтиленовый мешок, который затем закрыть или заварить (использовать тепловую сварку).

1.6. Оборудование для механической обработки

Механическую обработку PLEXIGLAS® можно проводить на оборудовании, которое обычно используется при обработке древесины и металла. Высокоскоростное оборудование, работающее без вибрации, гарантирует чистую резку. Шлифовальные станки и циркулярные пилы должны быть оборудованы пылеотделителем.

Высококачественные инструменты с пневматическим приводом также используются для механической обработки.

1.7. Инструменты

Материал PLEXIGLAS® обрабатывается инструментами, сделанными из быстрорежущей стали, твердосплавными режущими инструментами или алмазными инструментами. Известно, что твердосплавные режущие инструменты имеют самый большой срок службы, но необходимо учитывать, что высокое содержание пигментов в материалах PLEXIGLAS® существенно его сокращает.

Тупые инструменты могут привести к образованию заусенцев на кромках изделий и сколов, напряжению материала и т. д. Режущие инструменты должны быть всегда остро заточены, и особое внимание следует уделять заднему и переднему углам резца. Инструменты, которыми ранее обрабатывались металлы или древесина, не следует использовать для обработки пластмасс. Для механической обработки PLEXIGLAS® следует пользоваться только острыми инструментами и необходимо соблюдать адекватный режим охлаждения.

Для PLEXIGLAS® можно использовать смазывающе-охлаждающие жидкости, которые не содержат масло. Рекомендуется использовать 4 %-ный раствор в воде.

2. Резка/Резание

Материалы PLEXIGLAS® обычно режут циркулярными и ленточными пилами. Можно пользоваться ножовками и ручными пилами. **Использование дискового ножа не дает удовлетворительных результатов.**

Ударопрочные материалы PLEXIGLAS RESIST® можно обрабатывать вырубной штамповкой и резать гильотинными ножницами.

2.1. Циркулярные пилы

Производители изделий из пластика обычно используют в работе дисковые отрезные пилы со столами, в то же время в торговле пластиком часто применяются вертикальные панельные пилы. Кроме того, существуют режущие линии с компьютерным управлением для порезки больших объемов материала. Качество резки заметно улучшится при использовании автоматической подачи.

Полотна циркулярных пил или круглопильных станков со столом должны лишь слегка выступать за пределы листа PLEXIGLAS®.

Другие рекомендации:

- никогда не работайте без упора;
- включайте пилу до начала резки, начинайте резку аккуратно;

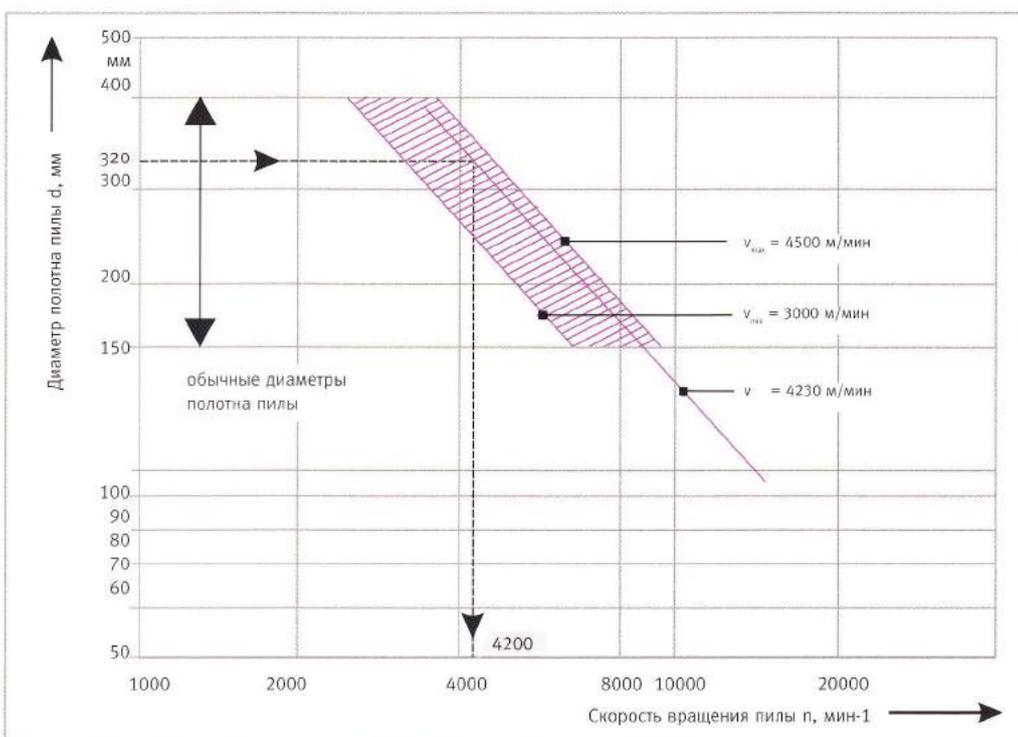


Рис. 3. Рекомендуемые скорости резки, диаметры дисковых пилы и скорости вращения пилы для резания PLEXIGLAS® циркулярными пилами

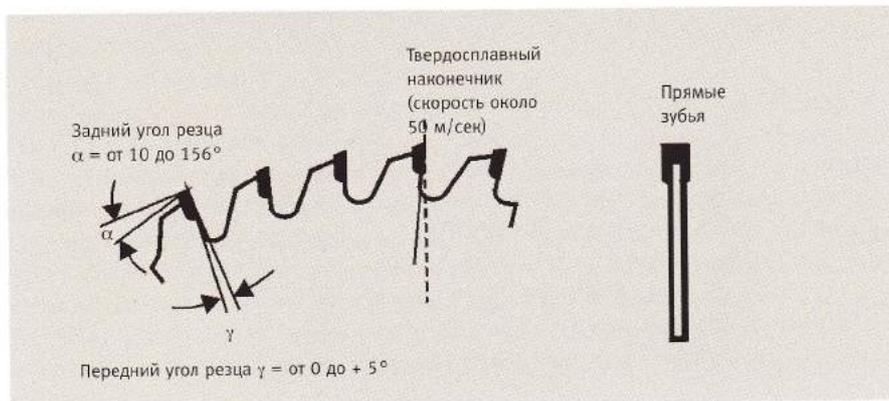


Рис. 4а. Полотно циркулярной пилы

- проверяйте правильность направления диска;
- не наклоняйте материал;
- предотвращайте колебания листа;
- работайте на средней скорости подачи.

Материал PLEXIGLAS® толщиной более 3 мм следует охлаждать водой, охлаждающей смазкой или сжатым воздухом.

Рис. 3 показывает зависимость скорости резки, диаметра диска пилы и скорости вращения пилы: например, скорость вращения пилы 4 200 об/мин является оптимальной, если диаметр диска равен 320 мм. Скорость резки при этом составляет 4 230 м/мин.

Для циркулярных пил (с твердосплавными наконечниками):

задний угол реза α	от 10 до 15°
передний угол реза γ	от 0 до 5°
скорость резания V_c	до 4 500 м/мин
шаг зуба	от 9 до 15 мм

Для резания материалов PLEXIGLAS® использовать только неразведенные полотна циркулярных пил. Это единственный спо-

соб получения гладкой и чистой обрезной кромки.

Мы рекомендуем использовать только полотна с твердосплавными наконечниками с наибольшим количеством зубьев еще и потому, что их срок эксплуатации больше, чем полотен из быстрорежущей стали. Тупые и неправильно заточенные полотна пил вызывают образование нежелательных сколов на рабочей поверхности материала. Зубья должны быть прямыми или попеременно трапециевидными (см. рис. 4).

Полотна с твердосплавными режущими наконечниками и прямыми зубьями режут менее агрессивно, если два угла каждого зубца или каждого второго зубца скошены (трапециевидные прямые зубья).

Скорость подачи пилы должна быть установлена таким образом, чтобы предотвратить образование сколов на обрезной кромке. Если скорость подачи слишком низкая, то это может привести к трению и нежелательному перегреву обрезной кромки.

Полотна циркулярных пил, имеющие зубья специального профиля (Bombastic, Spasescut), позволяют получать гладкую режущую кромку при резке материалов PLEXIGLAS®, когда обеспечивается контроль подачи и скорости резки.

Для резки материалов PLEXIGLAS® XT, а также толстых листовых материалов и блоков PLEXIGLAS® GS циркулярные пилы должны быть оборудованы системой охлаждения, которая также может быть установлена и на более поздней стадии оснащения пилы. Система основана на принципе работы водоструйного насоса. С помощью сжатого воздуха эмульсия охлаждающей и смазывающей жидкости распыляется в виде тонкой дисперсии на вращающемся полотне пилы. Установка показана на рис. 5.

К сожалению, этот тип системы охлаждения не часто используется на практике, например, из-за недостатка места под столом дисковой пилы или потому, что ассоциация страхования ответственности работодателя настаивает на использовании разжимного клина, особенно если пилой пользуются для обработки разных типов материалов. Иногда проблемы связаны с охлаждающей эмульсией. Требуется дополнительная очистка перед нанесением печатного рисунка, склеивания и т. д.

После проведения обширного ряда испытаний мы нашли стандартное полотно пилы, которое принадлежит к указанной выше группе рекомендованных инструментов и **идеально подходит для резки PLEXIGLAS® XT при шаге зуба примерно 13 мм.**

Используя это полотно пилы, даже толстые листовые материалы и пакеты материалов можно резать **без дополнительного охлаждения.** Листовой материал PLEXIGLAS® XT любой толщины, включая материал толщиной 25 мм, и толстый пакет листовых материалов можно резать без проблем. Результаты резки почти не зависят от скорости подачи материала. Напряжение, которое возникает в обрезной кромке, настолько низкое, что **риск растрескивания минимален.** Изготовители изделий из пластмасс могут оценить это при последующем склеивании.

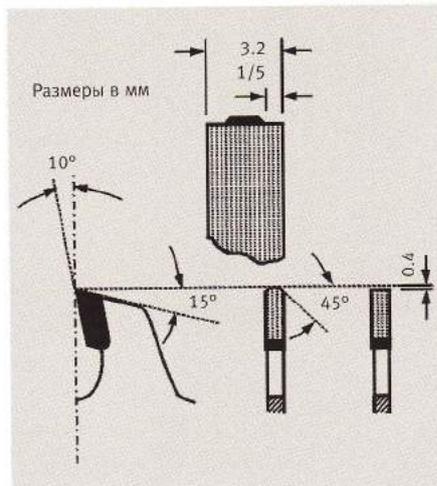
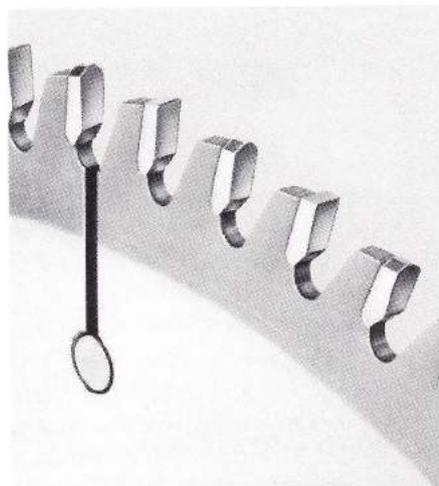


Рис. 4б. Оптимизированное полотно циркулярной пилы; форма зуба: плоская трапециевидная, диаметр 300 мм, количество зубьев 72, шаг зуба – 13 мм

То же самое полотно пилы можно использовать для резки листовых материалов PLEXIGLAS® GS любой доступной толщины, и это действительно можно делать без распыления охлаждающей жидкости. В общем, резка с использованием смазывающе-охлаждающих жидкостей все еще является наиболее предпочтительным методом при условии употребления подходящей эмульсии.

2.2. Ленточные пилы

Для контурной резки и обработки литевых изделий из PLEXIGLAS® изготовители часто используют ленточные пилы, которые обычно применяются в дерево- и металлообрабатывающей отраслях промышленности. На полотнах пил всегда имеется небольшой развод зубьев, поэтому независимо от материала обрезная кромка получается более шероховатой, чем в случае использования циркулярных пил. Обычно требуется последующая обработка обрезной кромки. Ширина полотна ленточной пилы обычно составляет 3–13 мм в зависимости от требуемой контурной обработки и типа используемой пилы. На 1 см длины полотна должно располагаться от 3 до 8 зубьев. Скорость пилы (скорость порезки) может варьироваться в пределах от 1 000 до 3 000 м/мин (см. рис. 6). **Основное правило следующее: чем ниже скорость резки, тем больше количество зубьев.**

Во время резки должны быть приняты меры по устранению вибрации и колебаний листов.

На рис. 6 показано, что, например, идеальная скорость резки составляет 1 675 м/мин, если диаметр колеса ленточной пилы равен 380 мм и рабочий шпиндель вращается со скоростью 1 400 об/мин.

При обработке обрезных кромок литевых изделий горизонтальной ленточной пилой наибольший эффект достигается при использовании пилы, ширина полотна которой составляет более 13 мм. Убедитесь, что обрабатываемое отформованное изделие надежно закреплено в шаблоне, чтобы исключить возможность раскалывания.

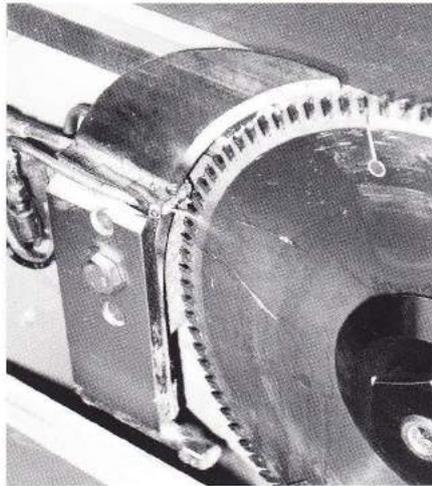


Рис. 5. Охлаждение диска при помощи пульверизатора

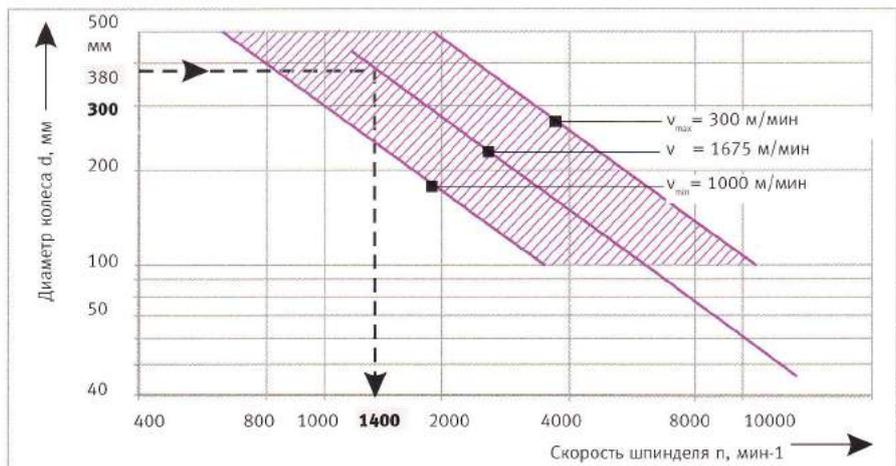


Рис. 6. Рекомендуемые скорости резки, диаметры колеса и скорости шпинделя для разрезания PLEXIGLAS® ленточными пилами

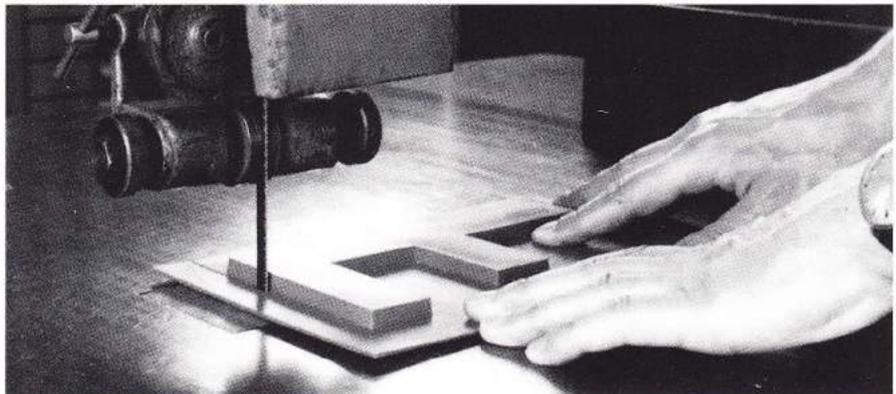


Рис. 7. Резка ленточной пилой

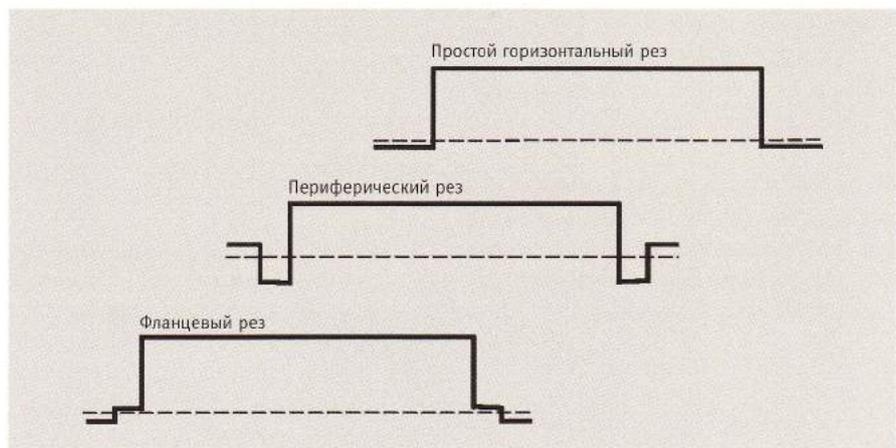


Рис. 8. Возможные типы реза при помощи ленточных пил

2 Резка

2.3. Прорезные пилы/ Лобзиковые пилы

Для резки тонких листов с частой сменой направления могут использоваться лобзики. Стружка, появляющаяся во время распиливания, должна сдуваться с помощью сжатого воздуха. Низкая скорость подачи лобзика и скорость резки ниже 1 500 м/мин предотвращают перегрев материала. Особенно подходящими являются инструменты, которые двигаются не только вверх и вниз, но также и в горизонтальном направлении.

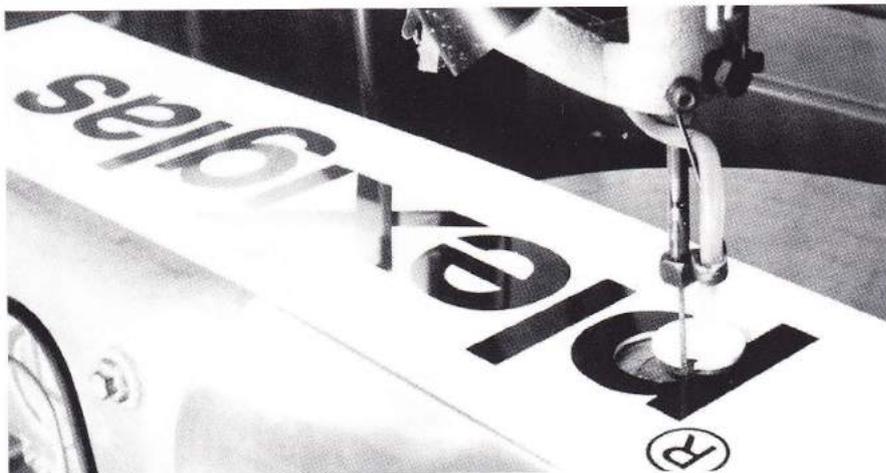


Рис. 9. Выпиливание прорезной пилой логотипа PLEXIGLAS®

2.4. Лобзики

Лобзики особенно пригодны для вырезания паза в форме ласточкиного хвоста и вырезания гнезд. Однако получается очень грубая обрезная кромка, которую обязательно нужно сглаживать. Полотна лобзиков или ножовок должны иметь тонкие зубья с небольшим разводом. На упаковке с полотнами для пилы должна быть маркировка (наклейка), указывающая на возможность их использования для обработки твердых пластмасс.

Необходимо соблюдать следующие рекомендации при работе с лобзиками:

- установите регулятор хода маятника в положение «ноль» для разрезания листовых материалов толщиной до 4 мм и в положение «1» или «2» при разрезании более толстых листовых материалов;
- выберите среднюю скорость подачи;
- установите пилу на высокую скорость реза;
- всегда включайте пилу до начала резания;
- плотно прижимайте основание пилы к защитной пленке;
- охлаждайте листовые материалы PLEXIGLAS®, особенно PLEXIGLAS® XT, толщиной 3 мм и более водой или сжатым воздухом.

Когда делаются пазы, предварительно в углах должны быть просверлены отверстия для устранения влияния надрезов и возможного разламывания (разрушения) обрабатываемой детали.

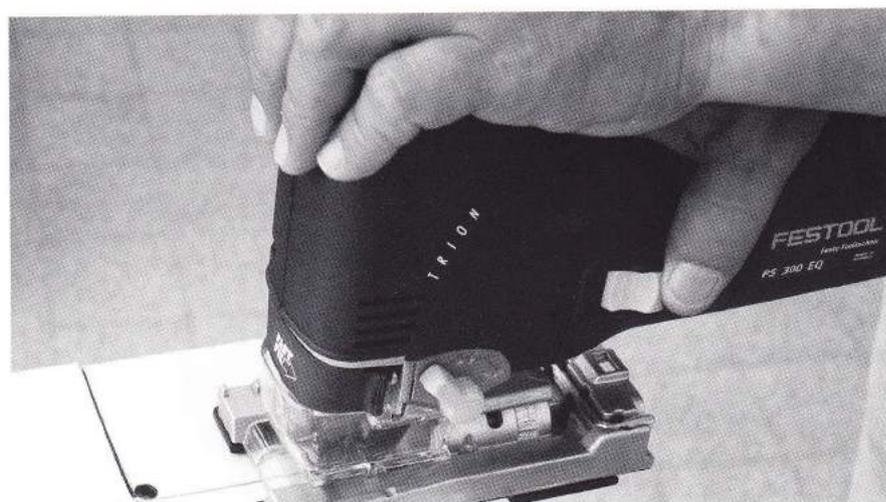


Рис. 10. Распиливание лобзиком после предварительного просверливания отверстий

2.5. Ручные пилы

Для ручных поделок и художественных изделий листовые материалы PLEXIGLAS® можно разрезать ручными пилами с тонкими зубьями: ножовками (пилами для вырезания пазов и шипорезными пилами) и выкружными лучковыми пилами. Если инструмент выбран правильно, то можно получить хорошие результаты.

2.6. Вырубная штамповка и резка гильотинными ножницами

До обработки вырубной штамповкой или резки гильотинными ножницами листовые материалы PLEXIGLAS® XT должны быть нагреты до температуры 100–140 °С, а PLEXIGLAS® GS – до 150 °С. Режущие инструменты должны иметь температуру 120–130 °С. Рекомендуемая толщина

листового материала – 4 мм. Стальные штампы позволяют получать торцы прямоугольной формы, если края инструмента имеют угол 20°.

Во время вырубки и порезки нагретого материала учитывайте эффект расширения и сжатия.

2.7. Нанесение бороздок и поломка

На листы PLEXIGLAS® толщиной до 3 мм могут быть нанесены бороздки с помощью реза вдоль линейки или изогнутого шаблона с не слишком малым радиусом, а затем по месту бороздок листы могут быть аккуратно сломаны. Этот способ популярен среди сторонников метода «сделай сам», а также среди строителей, если другие инструменты недоступны. В отличие от распилки и фрезерования, поверхности разлома содержат незначительное присущее ему напряжение и потому не нуждаются в отжиге. С кромки нужно снять заусенцы с помощью шабера.

Высокопрочные материалы, как PLEXIGLAS RESIST®, не подходят для нанесения бороздок и ломки.

2.8. Лазерная резка

Обычно листовые материалы PLEXIGLAS® можно легко резать CO₂-лазером. Получается гладкая обрезная кромка, качество которой может изменяться в зависимости от вида материала, его толщины и цвета. Необходимо провести предварительное тестирование и настроить лазер соответствующим образом.

CO₂-лазеры обычно имеют мощность 250–1 000 Вт. Большинство лазеров используются не только для резки PLEXIGLAS®, но и других материалов. Поэтому трудно рекомендовать определенные характеристики лазера для конкретного применения, поскольку это зависит от многих факторов, таких как чистота и влажность газа, на котором работает лазер, расход газа, характеристика ИК (инфракрасной) оптики и др.

Проведены тесты на листовых материалах с разными толщинами и степенью гладкости обрезной кромки с использованием лазеров мощностью от 300 до 700 Вт.

В зависимости от мощности лазера скорость подачи листового материала должна быть отрегулирована в соответствии с толщиной материала, чтобы получить блестящие обрезные кромки: чем тоньше листовая материал, тем выше скорость резания. Толстые листовые материалы необходимо резать с низкой скоростью. Если скорость подачи слишком мала, то получаются матовые обрезные кромки. Если скорость подачи слишком большая, то могут образоваться полоски и канавки. Такие дефекты могут быть также результатом неточной фокусировки лазерного луча.

Обрезные кромки толстых листовых материалов могут быть слегка скошенными. Лазерный луч должен быть сфокусирован на центр толщины листа. Если он падает выше или ниже этой точки, то обрезные кромки будут иметь V-образную или, в случае очень толстых листовых материалов, вогнутую форму. Для получения обрезных кромок, форма которых максимально приближена к прямоугольной, рекоменду-

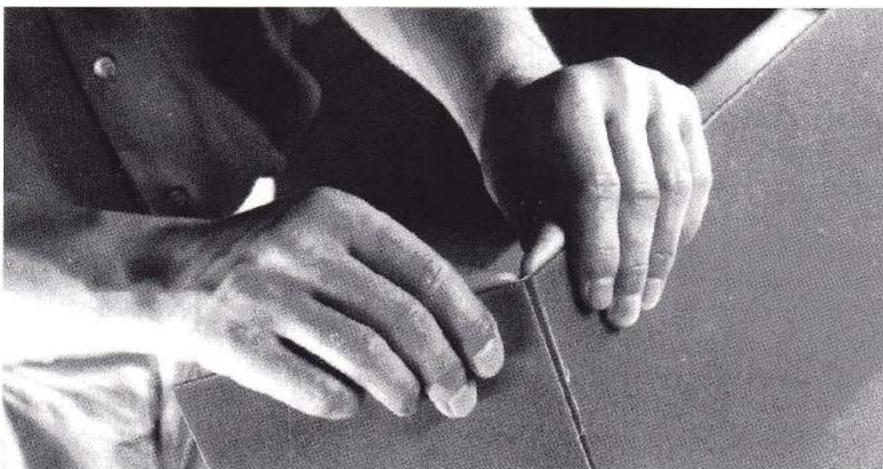
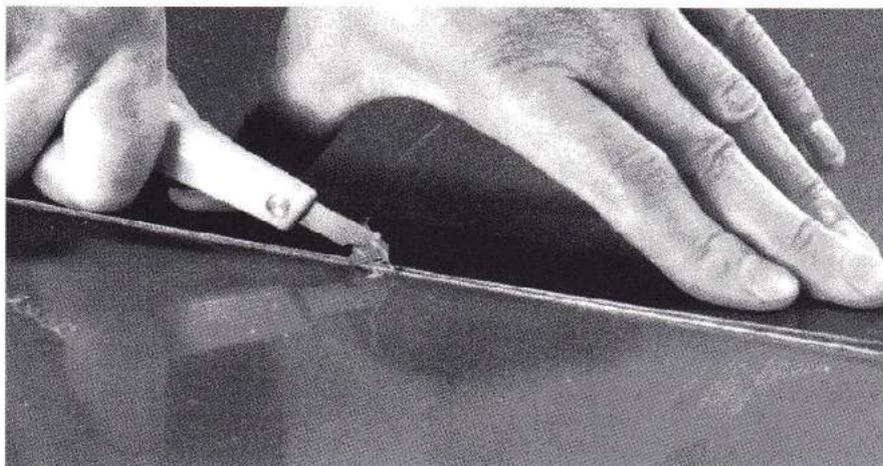


Рис. 11. Надрезание и разламывание

ется устанавливать следующие фокусные расстояния (источник: Messer Griesheim):

- толщина листа до 6 мм – линзы 2½”;
- толщина листа 6–15 мм – линзы 5”;
- толщина листа более 15 мм – линзы 10”.

Если фокусное расстояние составляет от 5” до 10”, то лазерная оптика не будет влиять на внешний вид обрезной кромки, несмотря на то, что она влияет на угловатость (угловые размеры) резки, наряду с фокальным положением и толщиной листового материала.

Для предотвращения оседания испаряющегося газа на линзы достаточно подавать минимальное количество сжатого воздуха (использовать масляный и водяной сепаратор) к лазерной головке.

Кроме того, необходимо удалять образующиеся пары в месте выхода пучка, например, отсасыванием или продуванием воздухом.

В дополнение к вышеупомянутым системам очистки воздуха или удаления паров на некоторых производственных линиях лазерные головки оборудованы насадками для продувки инертным газом, например азотом. Это не является необходимым условием для обычной резки, но может быть полезным при изготовлении прецизионных изделий.

Возможный возврат лазерного луча, обусловленный наличием плоской подложки, используемой для листовых материалов PLEXIGLAS®, может ухудшить (испортить) их оптические свойства и привести к загрязнению линз. Использование решетчатых подложек может решить эту проблему (это предотвратить).

Лазерный луч с контролируемой скоростью или мощностью позволит улучшить качество резки, например в углах, при получении угловых вырезов, острых концов и др.

С помощью лазерного луча, управляемого компьютером, можно вырезать изделия самых сложных форм. Соответствующие системы могут резать трехмерные изделия, полученные термоформованием.

Напряжения, которые возникают в непосредственной близости к обрезным кромкам, устраняются последующим отжигом, чтобы избежать растрескивания (см. раздел 8 «Отжиг»).

2.9. Резка с помощью водяной струи/Гидро-механическое резание

Резка пластмассовых листовых материалов водяной струей похожа на резку лазерным лучом. Резка водой не дает такие высокие скорости и не позволяет получать блестящие обрезные кромки.

Есть две альтернативы:

- резать струей чистой воды;
- резать струей воды, содержащей абразив.

Резка водяной струей акриловых полимерных материалов (пластиков, пластмасс) не дает хороших результатов, но ее можно применять для резки PLEXIGLAS®, если в воду добавить абразивный материал.

Срез выглядит как после пескоструйной обработки. Скорость подачи зависит от толщины листового материала, желаемого качества обрезной кромки и зернистости абразива. Например, скорость резки листового материала PLEXIGLAS® GS толщиной 10 мм составляет около 100 мм/мин.

3. Сверление

Внимание! Перед обработкой акриловых полимерных материалов (пластмасс, пластиков) промышленными сверлами для металла наконечники сверл должны быть переточены (см. раздел 1.7 «Инструменты»).

3.1. Сверла

Винтовые сверла могут использоваться для PLEXIGLAS®, если угол между режущими кромками уменьшен с обычных 120° до 60–90°. **Главный передний угол должен быть сточен до значения от 4 до 0°.** Сверло работает правильно, если оно скорее соскабливает, **нежели режет и при этом на выходе из отверстия не дает сколов (см. рис. 12).** Угол зазора должен быть по меньшей мере 3°. Если диаметр сверла превышает 8 мм, поперечная кромка должна быть заточена таким образом, чтобы уменьшить давление в начале сверления. Во избежание появления всякого рода зазубрин отверстия для сверления должны быть слегка зенкованы.

Данные о заточке и эксплуатации

PLEXIGLAS® GS и XT	
Задний угол α	3°–8°
Передний угол γ	0°–4°
Угол между режущими кромками σ	60°–90°
Угол наклона винтовой канавки сверла β	12°–16°, обычное сверло 30°
Скорость резки v_c	10–60 м/мин
Подача f	0,1–0,3 мм/об.

Сверла с маленьким углом наклона винтовой канавки сверла ($\beta = 12–16^\circ$) имеют преимущества, т. к. лучше удаляют стружку, но их необходимо заточить указанным выше способом.

Если толщина материала составляет 5 мм и более, то следует использовать смазывающе-охлаждающую жидкость или эмульсию для сверления (эмульсия масла в воде), совместимую с акриловыми полимерными материалами. При сверлении глубоких отверстий рекомендуется использовать исключительно эмульсию для сверления.

На рис. 13 показаны идеальные условия сверления: при скорости подачи 0,1–0,3 мм/об. и диаметре сверла 25 мм оптимальная скорость составляет 510 об/мин. В этих условиях при использовании эмульсии для сверления высверленное отверстие имеет гладкие стенки. Для повышения качества поверхности требуется дальнейшая обработка с использованием развертки, применяемой в металлообработке.

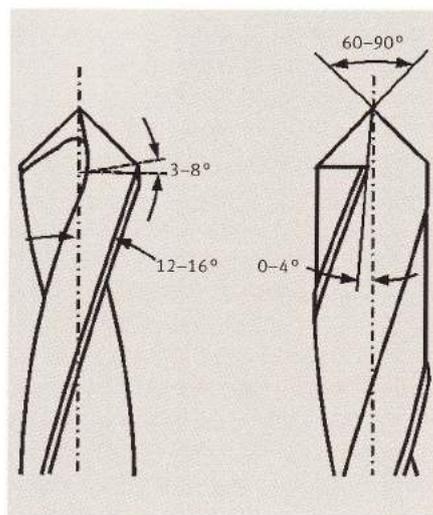


Рис. 12. Правильная заточка сверла из быстрорежущей стали для обработки материалов PLEXIGLAS® (режущие края должны скреститься, а не резать)

3.2. Специальные сверла и сверла-зенкеры

Следует использовать специальные инструменты для обработки материалов PLEXIGLAS®, если кроме обычной обработки в мастерской, например на строительной площадке, необходимо просверлить отверстие вручную. Такие инструменты разработаны, чтобы не допустить вибрации или раскалывания материала.

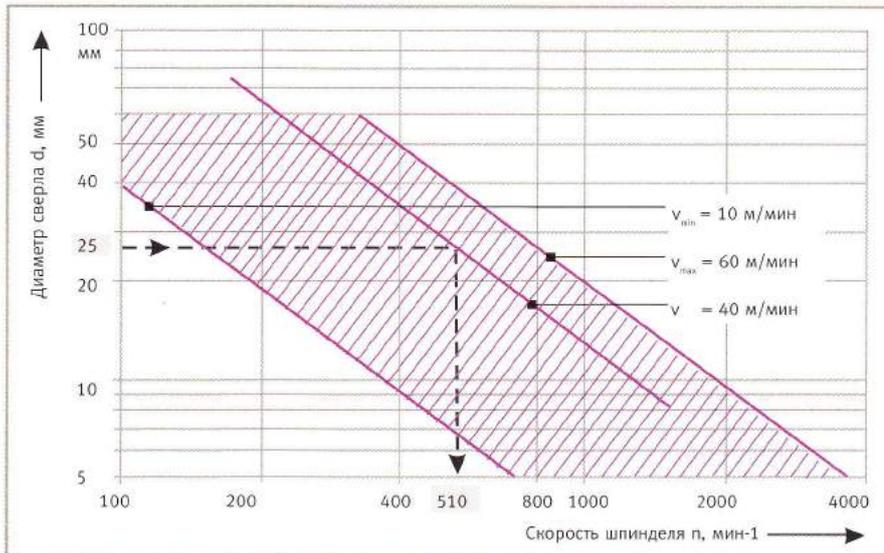


Рис. 13. Рекомендуемые скорости резания, диаметры и скорости вращения сверла при сверлении материалов PLEXIGLAS®

На рис. 14 показано влияние скорости вращения сверла (резки) и скорости подачи на качество отверстия (на примере PLEXIGLAS® GS).

Скорость сверления и/или скорость подачи очень большая: рыхлая стружка, неровная резка (верхняя часть).

Скорость сверления и/или подачи слишком мала: перегрев, признаки деструкции в высверливаемом отверстии, оплавленная стружка (центральная часть).

Оптимальная скорость сверления и подачи: гладкая поверхность, непрерывная стружка (нижняя часть).

Тонкие листовые материалы должны быть закреплены на подложке для сверления, чтобы предотвратить образование сколов на нижней части отверстия. Начинайте сверление осторожно, на низкой скорости подачи. Как только все режущие края войдут в материал, скорость подачи может быть увеличена. Перед входом сверла в нижнюю поверхность листового материала необходимо опять уменьшить скорость подачи.

Когда необходимо просверлить толстый материал, высверлить глубокое или несквозное отверстие вручную, инструмент следует несколько раз вынимать, чтобы избежать перегрева материала. Отверстия в обрабатываемых деталях изогнутой формы или длинных деталях лучше всего высверливать на токарном станке.

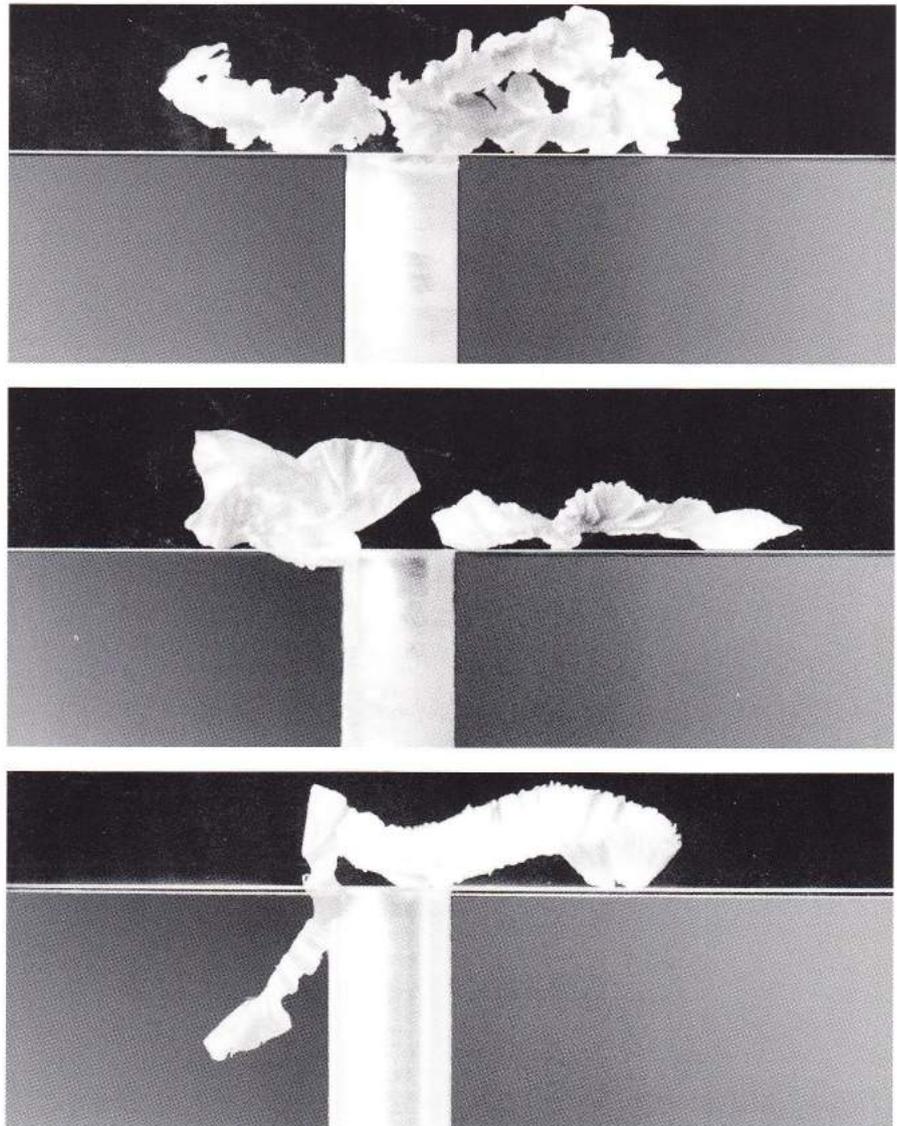


Рис. 14. Различные типы стружки

Обычно используют специальные сверла или сверла-зенкеры:

(а) ступенчатое сверло

Это сверло с одной режущей кромкой не оставляет следов вибрации (неровности) и гарантирует получение правильных цилиндрических отверстий. На каждой последующей стадии сверления отверстия одновременно происходит закругление кромок, что экономит время (сокращает продолжительность технологического процесса).

(b) коническое сверло

Высверленные отверстия имеют коническую форму. На выходе из отверстия не образуются сколы. Имеет три режущие кромки.

(c) специальное сверло-зенкер

Имеет одну грань. Особенно подходит для снятия заусенцев в существующих отверстиях. Хороший поток стружки благодаря наклонной кромке. Отсутствуют следы вибрации.

(d) фреза

Инструмент для сверления продольных отверстий.

(e) сверло-зенкер

Инструмент с несколькими кромками рекомендуется для снятия заусенцев, снятия фаски и цилиндрического зенкования.

Убедитесь, что наконечник любого из специальных сверл находится в исправном (идеальном) состоянии.

Скорости вращения этих инструментов обычно заметно отличаются от скоростей вращения спиральных сверл. Специальные сверла типов а, b, с и е используют на низкой скорости. С другой стороны, инструмент типа d часто используют со скоростью 10 000 об/мин, аналогично фрезе.

3.3. Вырезание отверстий

Отверстия больших диаметров в листовых материалах PLEXIGLAS® могут быть получены с использованием следующих инструментов:

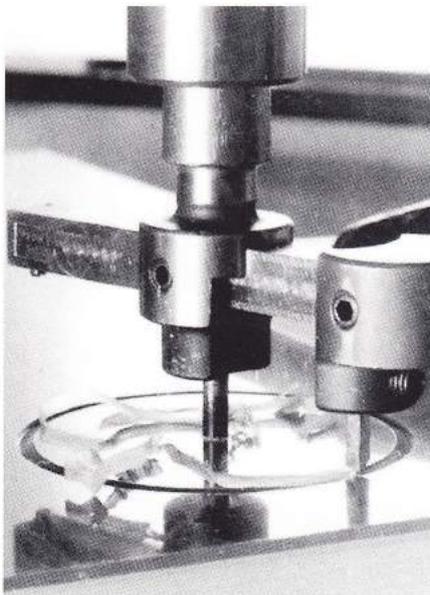


Рис. 16. Резчик

- резчик отверстий (рис. 16);
- коронка (рис. 17);
- фрезерная машина или аналогичная машина с вращающимся зажимным устройством в виде стола (рис. 18).

Для вырезания отверстий скорость резания должна устанавливаться по обстоятельствам. Используются промышленные инструменты для металла. При обработке PLEXIGLAS® XT режущим инструментом или коронкой рекомендуется пользоваться водяным охлаждением.

Резчик отверстий, используемый для обработки PLEXIGLAS®, должен иметь передний угол реза 0°. Как и при сверлении, тонкие листовые материалы следует закреплять на твердой подложке для вырезания отверстий, чтобы избежать сколов нижней кромки.

Для отверстий диаметром до 60 мм используйте **коронку**, обладающую преимуще-

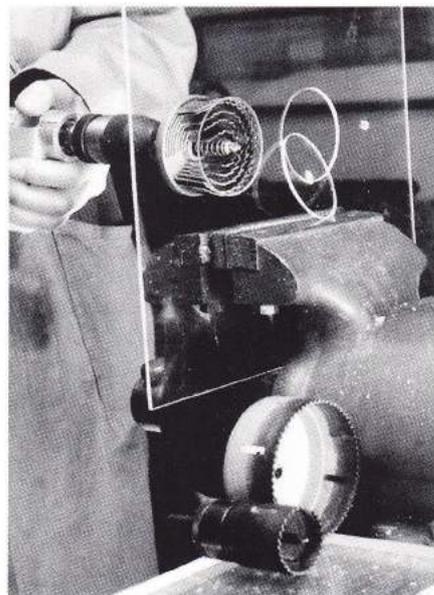


Рис. 17. Коронка

ством по сравнению с резчиком отверстий – она совместима с ручной дрелью. Центральное сверло обычно используется для предварительного просверливания центра отверстия с целью стабилизации.

Фреза должна вращаться с высокой скоростью (10 000 об/мин и более). В плоском материале отверстия большого диаметра можно получить фрезерованием, используя машины с вращающимися рабочими столами. Листовой материал или прикрепляется к столу механически, или присасывается к нему вакуумом.

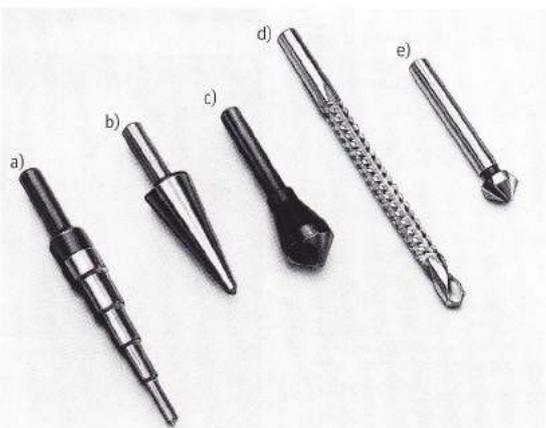


Рис. 15. Различные виды специальных сверл (подробное описание см. в тексте)

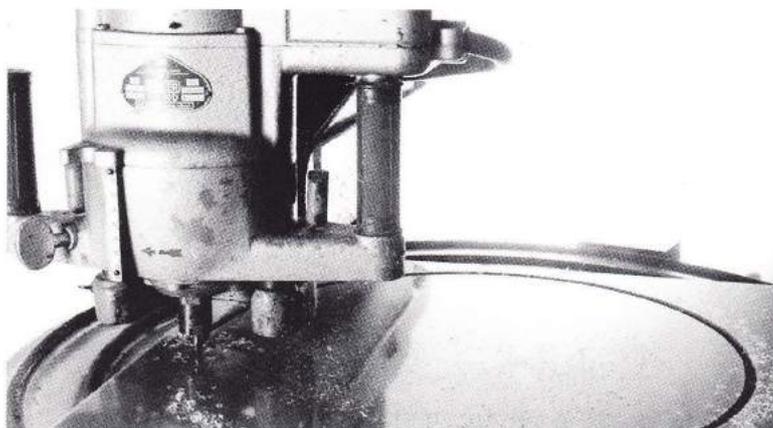


Рис. 18. Фреза

В обоих случаях он должен быть прочно закреплен, чтобы избежать дрожания или вибрирования материала.

3.4. Нарезание резьбы

Любые промышленные метчики и плашки можно использовать для нарезания внутренней и внешней резьбы на изделиях из материалов PLEXIGLAS®. **Рекомендуется использовать смазочно-охлаждающее средство, совместимое с акриловыми полимерными материалами.**

Перед навинчиванием детали убедитесь, что на металлическом винте нет смазки или что смазка совместима с пластиком. Пластмассовые винты из полиамида рекомендуются использовать для внутренней резьбы.

Нарезка резьбы в пластмассовом изделии всегда сопряжена с риском его разрушения из-за возникновения надрывов. Особенно это касается экстремных изделий из акриловых полимерных материалов и, следовательно, PLEXIGLAS®. Резьбовое соединение деталей должно быть выбрано в самую последнюю очередь, если детали нельзя склеить, скрепить зажиманием или вставить друг в друга.

Диаметр отверстия, в котором будет нарезаться резьба, должен быть примерно на 0,1 мм больше диаметра отверстия, которое обычно делается в изделии из стали. Чтобы свести износ резьбы к минимуму во время ремонтных работ или для повышения стабильности детали оборудования, следует укрепить внутреннюю резьбу, используя вставки из металла, которые можно вставить разными способами.

4. Фрезерование

Метод фрезерования изделий из PLEXIGLAS® используется для обработки кромки после вырубки или резки, для создания криволинейных форм и закруглений, а также при обрезке краев отформованных деталей.

По сравнению с распиливанием, очевидны два основных преимущества.

Из листового материала можно вырезать любой контур с высокой степенью точности и без образования сколов с нижней стороны выреза. Кроме того, благодаря более высокому качеству резки не требуется дополнительная обработка изделия.

Для работы можно использовать любые доступные фрезерные станки – от простой ручной фрезы до цифровых станков. Хотя многие станки оснащены цилиндрическими фрезами с множественными режущими кромками, необходимо использовать одно- или двухкромочные концевые фрезы малого диаметра с эффективным удалением стружки, что позволит добиться высоких скоростей резки и чистого среза.

Если фреза с множественной кромкой используется на высоких скоростях, то зубцы могут засориться. В случае использования фрезы с одной кромкой важно точно сбалансировать зажимной патрон закрепляющими винтами. В противном случае неустойчивость может привести к появлению на обрабатываемом изделии следов от вибрации и/или поломке станка.

Рис. 19 показывает, что наилучшие результаты фрезерования достигаются при использовании фрезы диаметром 8 мм и 11 000 об/мин или алмазной фрезерной головки диаметром 90 мм и скорости вращения 15 000 об/мин. Скорости резания находятся в рамках рекомендуемого диапазона.

Хотя выбор фрезы зависит от выполняемых задач, следует учитывать определенные рекомендации:

Данные по заточке и обработке

PLEXIGLAS® GS и XT

Угол зазора α	от 2° до 10°
Передний угол γ	от 0° до 5°
Скорость резки v_c	200–4 500 м/мин
Подача f	до 0,5 мм/об.
Глубина резки a	до 6 мм

Так же, как при резке, результаты фрезерования зависят от правильной геометрической формы режущего инструмента. Фрезы следующих типов дают чистую обрезающую кромку **при обработке края либо прорезании пазов** в изделиях из PLEXIGLAS® XT и GS.

Твердосплавные двухкромочные фрезы (рис. 22а и б), предназначенные для отделки края, имеют соответственно:

- **большой передний угол режущей кромки** для хорошего отвода стружки и прорезки пазов;
- **режущую кромку, уходящую в центр фрезы**, что облегчает «погружение в материал».

Цилиндрические фрезы, например PLECUT (рис. 22с), идеально подходят для **обработки края стопок листов** (с защитной полиэтиленовой пленкой). При использовании этого типа фрезы не происходит разделение листов.

Обычно при фрезеровании акрилового стекла охлаждение не требуется, но рекомендуется его использовать, когда применяется фреза с множественной кромкой большого диаметра. Охлаждение обязательно при работе с цилиндрическими фрезами. Выбирайте охлаждающие эмульсии и масла, совместимые с акрилом.

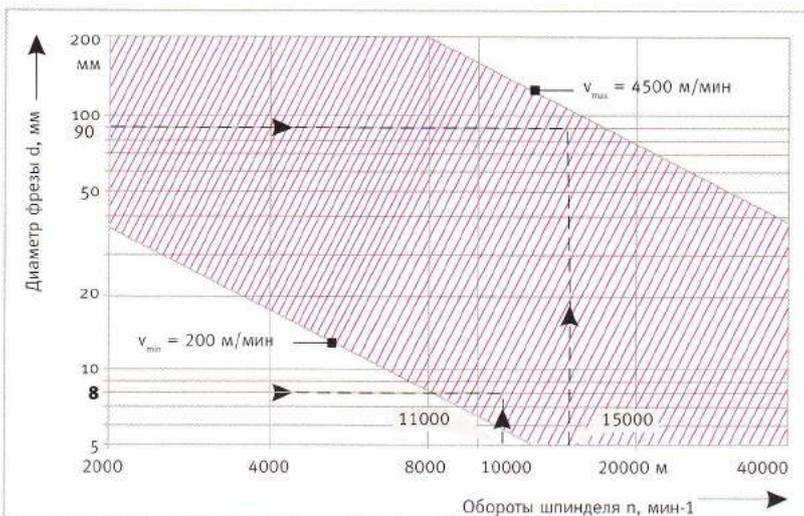


Рис. 19. Рекомендуемые скорости резки, диаметры и количество оборотов при фрезеровании PLEXIGLAS®

4 Фрезерование

Во многих производственных методиках края листов должны быть закруглены или скошены, например, для склейки полимеризационным клеем. Часто это можно сделать эффективнее с помощью фрезы, чем с помощью дисковой пилы. Скашивание фрезой также возможно при работе с трубами (см. рис. 20). После склеивания или формования часто необходимо довести размер образовавшихся наплывов и кромки до нужной ширины или устранить их. И снова наиболее подходящим инструментом являются фрезы в сочетании с промежуточными роликами (например, подшипниками), вдоль которых можно направлять заготовку (см. рис. 21).

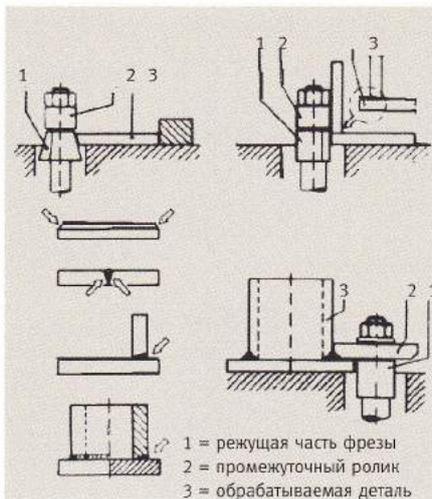


Рис. 20. Скашивание листов

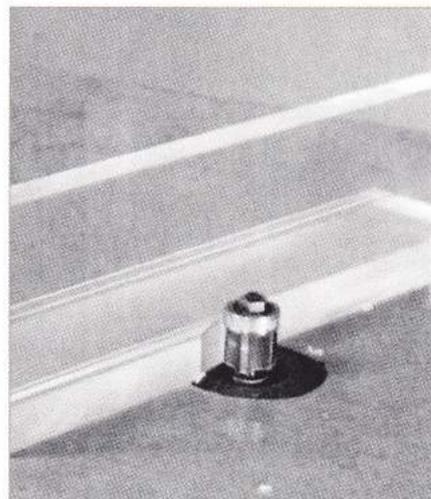


Рис. 21. Удаление фрезой наплыва клея

Фрезерование инструментами с алмазным покрытием рекомендуется применять в случае, когда требуется получить полированную глянцевую поверхность (см. раздел 7.2 «Полирование»).

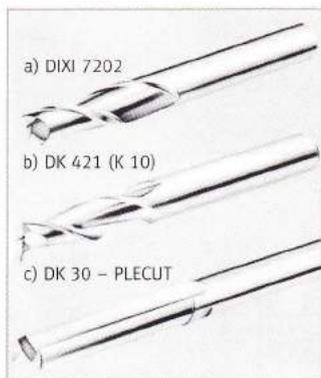


Рис. 22. Оптимальные фрезы для прорезки пазов и обрезания кромки



Рис. 24. Фрезерование PLEXIGLAS® цилиндрической фрезой; различные типы фрез: а – двухкромочная, б – цилиндрическая, с – алмазная

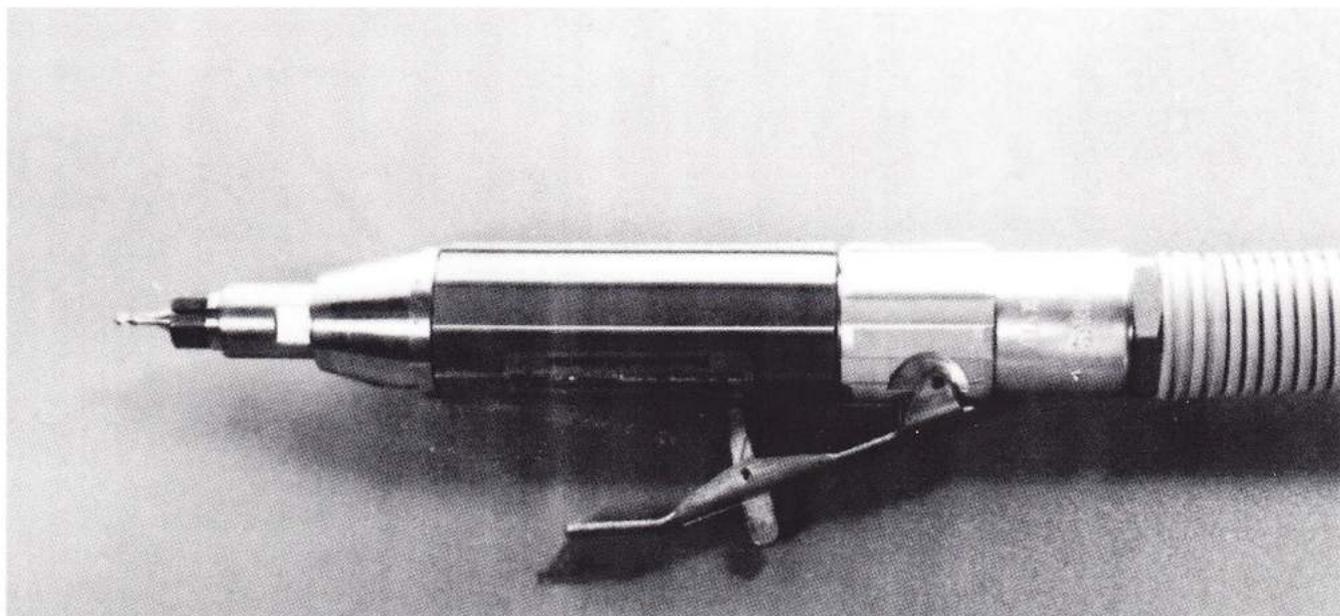
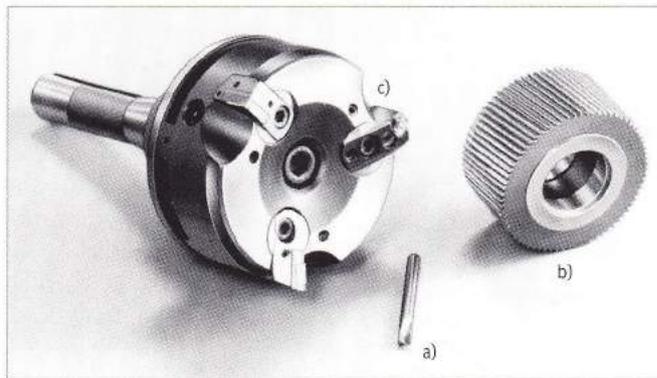


Рис. 23. Фрезерный шпиндель с пневматическим приводом

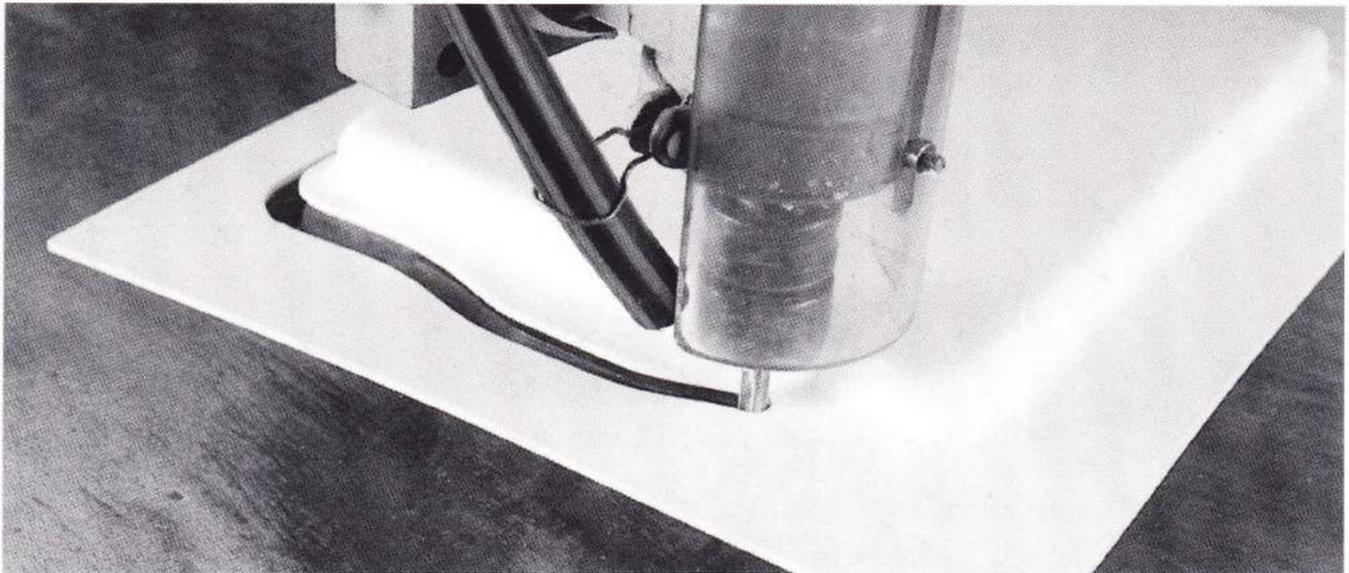


Рис. 25. Обрезка отформованной детали методом фрезерования по шаблону

4.1. Фрезерование по шаблону

Для закругления углов и вырезания кругов, букв и различных контуров используют верхние или обратные фрезеровщики. При использовании верхнего фрезеровщика шаблон помещают под заготовку, фиксирующие устройства (ограничитель, отверстие для вакуума и др.) также располагаются под заготовкой. Шаблон перемещается вдоль стержня либо монтируется на штифте.

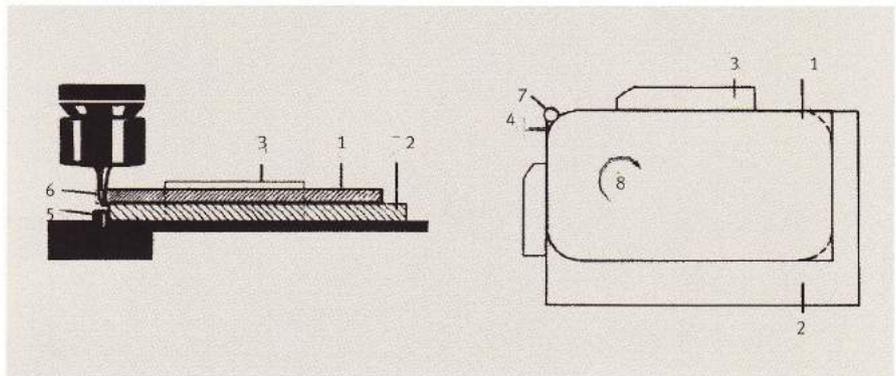


Рис. 26. Принцип верхнего фрезерования по шаблону: 1 – заготовка, 2 – направляющая опора, 3 – ограничитель, 4 – шаблон, 5 – направляющий стержень, 6 – фреза, 7 – рабочая зона фрезы, 8 – подача

4.2. Гравирование

Промышленные или художественные гравировальные работы выполняются с помощью гравировальных фрез верхними или обратными фрезами с однокромочными фрезами, которые управляются электронным способом или направляются вручную вдоль шаблона.

Для художественных гравировальных работ используются фрезеровальные или абразивные инструменты с электрическим или пневматическим приводом, а также высокоскоростные электрические алмазные гравировщики.

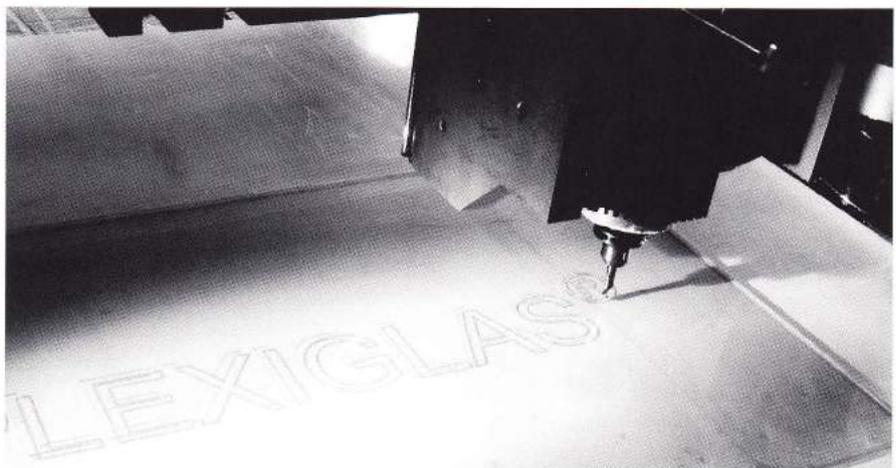


Рис. 27. Гравирование при помощи машины ЧПУ портального типа; однокромочная фреза

5. Токарная обработка/Обточка

Токарные станки для обработки металла также можно использовать для токарной обработки PLEXIGLAS®. В зависимости от вида изделия и токарного станка **скорость резки** должна быть максимально высокой. **Руководствуйтесь следующим эмпирическим правилом: скорость обработки полимерного материала в 10 раз выше скорости обработки металла.** Необходимое условие успешной обработки – остро заточенный токарный инструмент.

Как и при сверлении, непрерывный поток стружки свидетельствует о правильном угле заточки инструмента, правильной скорости подачи материала и правильной скорости резки, а также об оптимальном соотношении этих параметров.

Во всех случаях радиус режущей кромки инструмента должен быть не менее 0,5 мм. Тонкая отделка поверхности достигается при применении инструментов с закругленными резцами, высоких скоростях резки, низких скоростях подачи и минимальной глубине резки. Такие поверхности можно затем полировать без предварительной шлифовки.

На рис. 28 показано, что для заготовки с поперечным диаметром 40 мм оптимальные условия обработки достигаются при типичной для токарного станка скорости вращения шпинделя в диапазоне 224–1 250 об/мин.

Токарные твердосплавные инструменты пригодны для черновой обработки, но глубина резки не должна превышать 6 мм. Для последующей тонкой обработки обычно используются инструменты из инструментальной стали. Тем не менее качество поверхности обрабатываемого изделия зависит не только от инструмента, но и от скорости резки и скорости подачи.

Для охлаждения можно использовать охлаждающие эмульсии, совместимые с акрилом.

Высокоглянцевые поверхности высокого качества получаются при использовании хорошо отполированных алмазных инструментов на высокоточных токарных станках

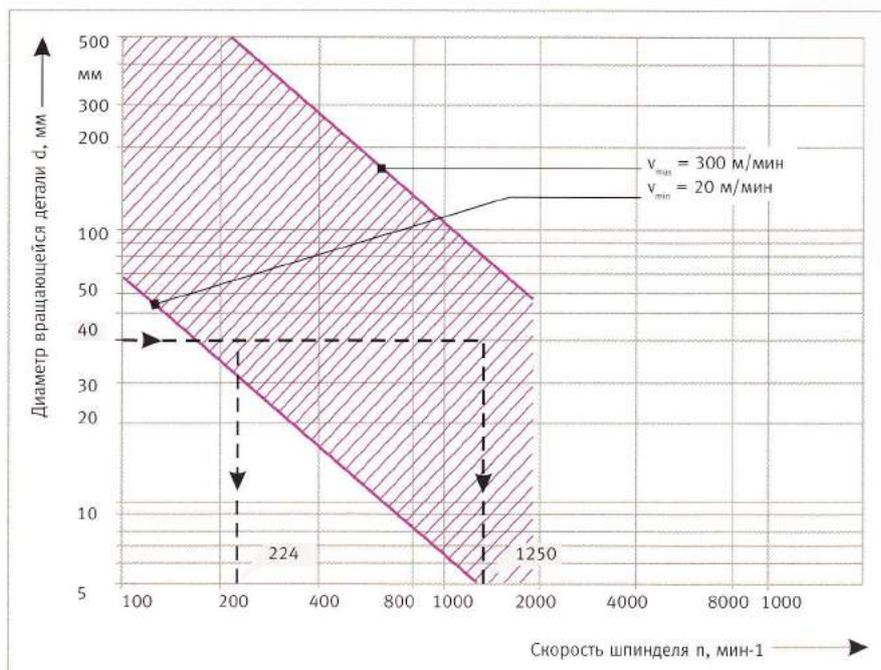


Рис. 28. Рекомендуемые скорости резки, диаметры заготовки и число оборотов при токарной обработке PLEXIGLAS®

Данные по заточке и обработке

PLEXIGLAS® GS и XT

Угол зазора α	5°–10°
Передний угол γ	от 0° до -4°
Угол наклона режущей кромки κ	примерно 45°
Скорость резки v_c	20–300 м/мин
Подача f	0,1–0,5 мм/об.
Глубина резки a	до 6 мм

без вибрации. Скорость резки при этом может быть выше, чем при использовании других токарных инструментов. Для точных работ охлаждение не рекомендуется, поскольку это может привести к появлению оптических дефектов.

Токарный станок является наиболее экономичным инструментом для вырезания дисков из листового материала (рис. 29а и рис. 30): стопка болванок зажата между зажимным патроном и задней бабкой станка и сточена до нужного размера в несколько заходов. Ширина используемого инструмента и угол наклона зависят от толщины дисков. Для тонких дисков следует использовать широкие инструменты с маленьким углом наклона. Токарная обработка является также очень удобным методом для обрезки отформованных деталей (рис. 34).

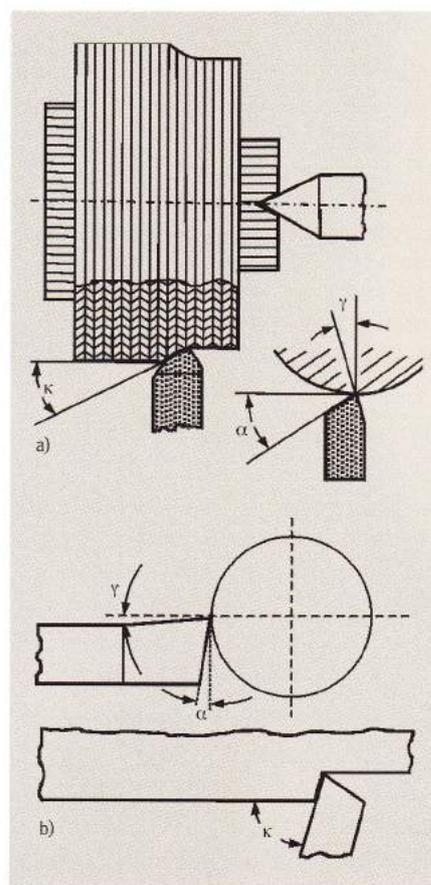


Рис. 29. Углы в токарной обработке



Рис. 30. Формирование дисков из стопки болванок между патроном и задней бабкой

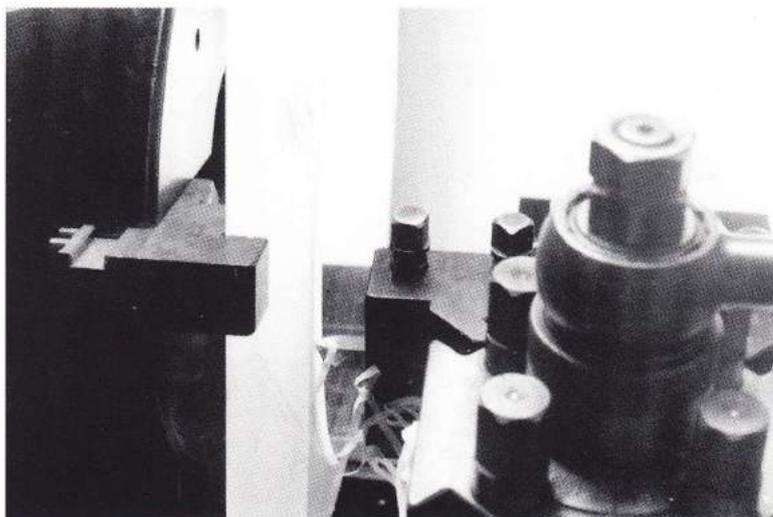


Рис. 31. Точарная обработка блока PLEXIGLAS® GS

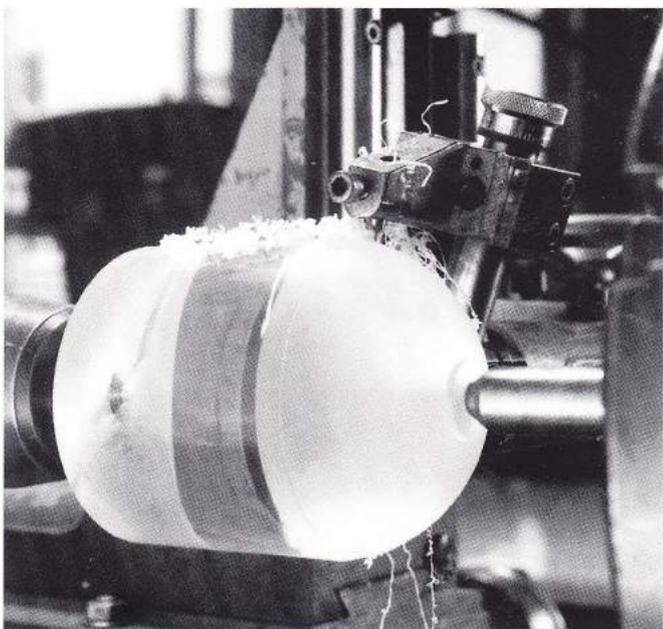


Рис. 32. Придание формы шара круглому прутку из PLEXIGLAS® GS с помощью шарового токарного фиксатора

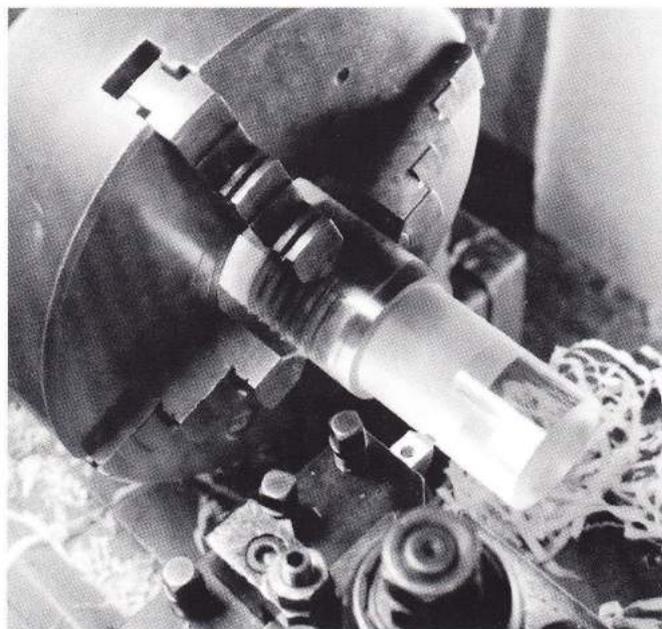


Рис. 33. Заготовка, предварительно обработанная инструментом из инструментальной стали, а затем отполированная алмазом



Рис. 34. Обрезание краев отформованного изделия

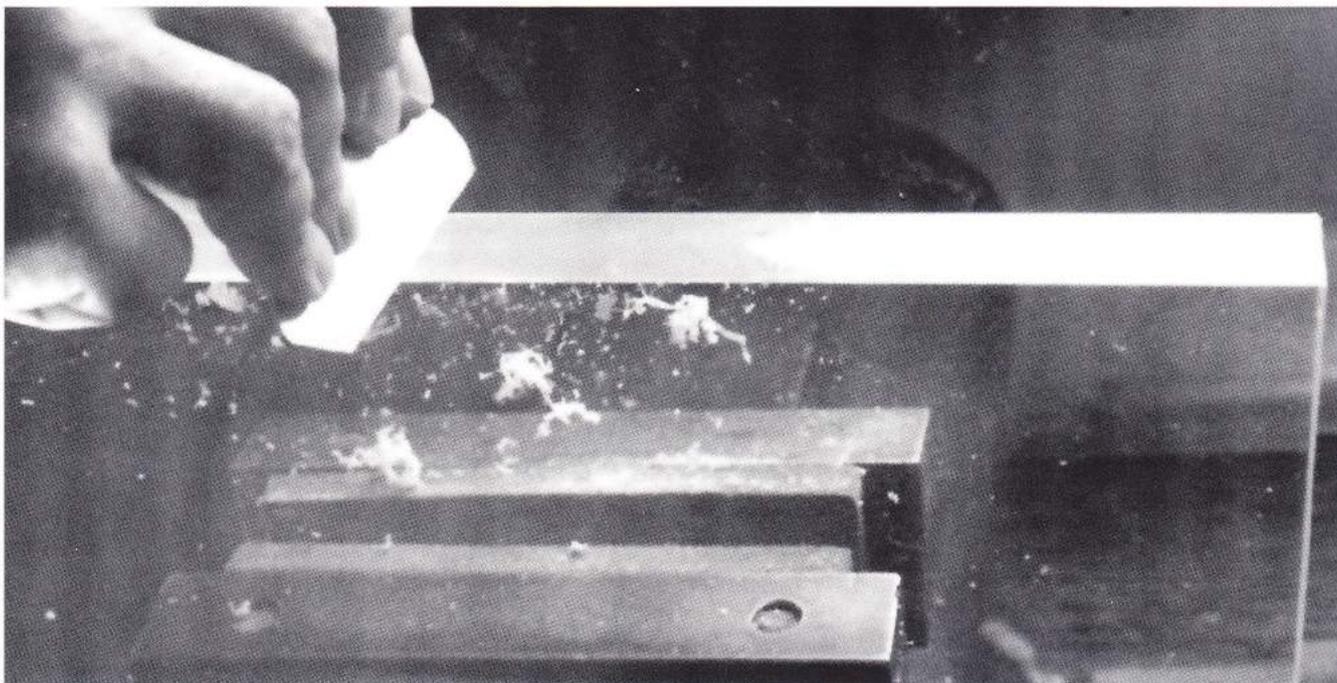


Рис. 35. Удаление заусенцев с поверхности PLEXIGLAS® с помощью шибера

6. Опилвание – удаление заусенцев – строгание

Материалы PLEXIGLAS® можно обрабатывать всеми традиционными типами напильников и негрубыми рашпилями. Инструменты, которыми обрабатывают материалы PLEXIGLAS®, ранее не должны использоваться для обработки металла. Выбор инструмента зависит от вида работы, которую необходимо выполнить: например, грубая или тонкая обработка.

Для удаления заусенцев с распиленных изделий, изделий, обработанных фрезерованием или на токарном станке, обычно используют треугольные и обычные шиберы, особенно если нужно работать с тонким материалом.

Изделия из PLEXIGLAS® можно также обрабатывать на продольно-строгальном станке, который применяется для обработки дерева.



Рис. 36. Сглаживание торца на продольно-строгальном станке

7. Шлифование и полирование

Путем шлифования и последующего полирования **кромки** изделий из PLEXIGLAS®, которая стала грубой и шероховатой в процессе механической обработки, можно восстановить прозрачность и глянец поверхности.

Можно восстановить даже те **области** изделия, на которых имеются глубокие царапины и потертости. **Частичная полировка, особенно после шлифовки, сопровождается износом материала и оптическим искажением поверхности.**

Материалы, имеющие поверхностные покрытия, такие как NO DROP, ALLTOP, HEATSTOP, MIRROR, нельзя шлифовать и полировать, чтобы не повредить покрытие.

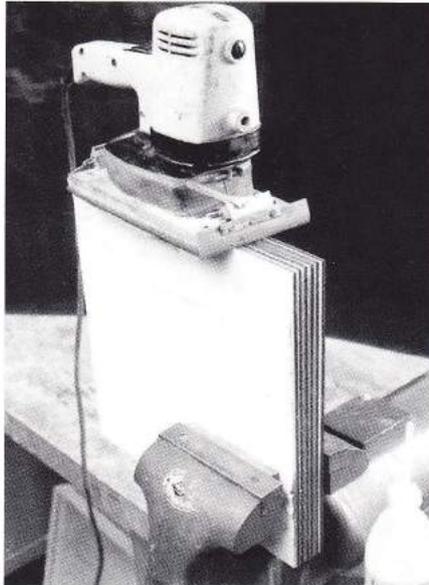


Рис. 37. Шлифование торца стопки заготовок при помощи орбитального шлифовального станка

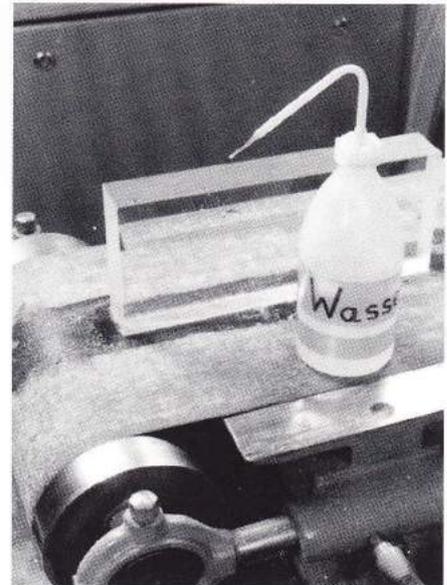


Рис. 38. Влажная шлифовка на ленточном шлифовальном станке

7.1. Шлифование

Для всех типов материалов рекомендуется влажное шлифование, поскольку это позволит избежать образования термического напряжения в заготовке и предотвратить загрязнение поверхности абразивного инструмента.

Выбор зернистости абразива зависит от глубины следов, оставленных инструментом, или царапин: чем глубже следы, тем более грубый абразивный материал используется. Процесс шлифовки обычно имеет несколько стадий, и на каждой последующей стадии используется более мелкая наждачная бумага. Рекомендуются следующие этапы:

- 1) грубая шлифовка, абразивный материал номер 60 (60 grit);
- 2) средняя шлифовка, абразивный материал номер 220 (220 grit);
- 3) тонкая шлифовка, абразивный материал номер 400–600 (400–600 grit).

Все следы предыдущей шлифовки должны быть удалены. Шлифовать изделие можно вручную, используя наждачную бумагу или шлифовальные блоки. В обоих случаях абразивный материал следует водить по поверхности изделия, совершая круговые движения.

При **механическом шлифовании**, например, с помощью вращающихся абразивных дисков, орбитального шлифовального станка или ленточно-шлифовального станка (скорость ремня 10 м/сек),

обрабатываемое изделие должно двигаться легко, нельзя прижимать его слишком долго или слишком сильно (несмотря на **влажную шлифовку**), т. к. нагрев в результате трения может привести к возникновению напряжений и повреждению поверхности.

Влажная обработка с помощью мелкой стальной ваты, например типа 00, рекомендуется для шлифовки деталей вращения или неровных поверхностей.

Образование при **шлифовании** (до полировки) грубой поверхности или **матирования** изделия при пескоструйной обработке приводит к тому, что на поверхности легче собирается грязь, а также остаются отпечатки пальцев. (Подробная информация представлена в нашем Руководстве для практической работы. Обработка поверхностей. Глава 5.)

7.2. Полирование

Кромки изделий из PLEXIGLAS® GS и XT легко полируются. Полирование поверхности, как упоминалось ранее, является менее рекомендуемой операцией. Полировать материалы PLEXIGLAS® GS и XT можно тремя способами:

- лентой, матерчатым полировальным кругом или тканью;
- пламенем;
- алмазная полировка.

Обычно для полировки используются воски и пасты, но можно пользоваться полировальными пастами для автомобилей. **После обработки остатки полирующих средств должны быть быстро удалены или смыты водой.** Поэтому разумно использовать растворимые водой пасты, например, полировальную пасту для акрила Acrylglass POLIER & REPAIR производства компании BURNUS.

Поскольку используемые для полировки материалы – войлочные ленты, матерчатые полировальные круги, подкладочная ткань для перчаток – очень мягкие, то поверхность, которую надо отполировать, должна иметь низкую шероховатость. В противном случае, хотя поверхность и станет глянцевой, на ней сохранятся следы шлифовки и царапины. Торцы могут быть тонко обработаны шабером, если после этого они будут отполированы войлочной лентой.

Так же, как и при шлифовании, мы рекомендуем не надавливать на полируемый материал инструментом слишком долго или слишком сильно.

Это единственный способ избежать нагрева от трения и, как следствие, накопления напряжения и повреждения поверхности. В отдельных случаях можно провести отжиг отполированного изделия для снятия напряжений (см. раздел 8 «Отжиг»).

7 Шлифование и полирование



Рис. 39. Полировка войлочной лентой

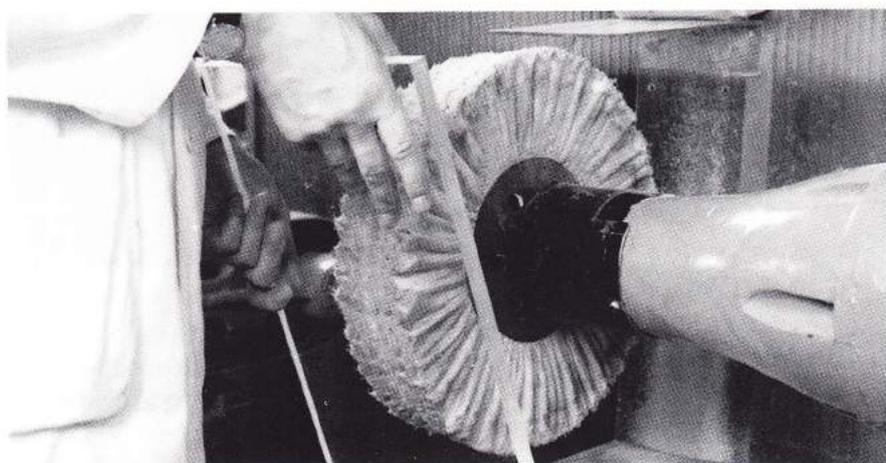


Рис. 40. Полировка матерчатым полировальным кругом

Обычно полировка проводится движущейся войлочной лентой или матерчатым полировальным кругом с использованием специального полировального воска. Блеск поверхности может быть усилен последующей ручной обработкой очень мягкой неворсистой тканью (подкладочная ткань для перчаток) или хлопковой ватой с полирующим средством.

Кромки изделия и мелкие детали преимущественно полируются на **войлочных полирующих лентах**, где их легко удерживать или направлять, в отличие от полировки широким матерчатым кругом. Заготовка должна совершать кругообразные движения во время полировки, что позволит предотвратить ее повреждение неровностями, которые могут быть на ленте или круге. Войлочная лента должна двигаться со скоростью ок. 20 м/сек, т. е. в два раза быстрее, чем при шлифовании.

Автоматические полировальные станки рекомендуются использовать в крупносерийном

производстве, когда необходимо получить острые кромки и углы, например, при изготовлении «томбстоунов».

Матерчатые полировальные круги особенно пригодны для полирования крупногабаритных и изогнутых частей. Вращающийся блок с тканью состоит из петель хлопка и/или фланели, свободно посаженных для рассеивания нагрева от трения благодаря проветриванию. До начала полировки на вращающееся колесо наносится небольшое количество воска. На полировальном круге не должно быть остатков старого затвердевшего воска. Для удаления остатков воска можно использовать лезвие старых ножовок. Периферийная скорость вращения матерчатого полировального круга составляет 20–40 м/сек.

Другим способом конечной отделки торцов PLEXIGLAS® GS и PLEXIGLAS® XT является **полировка пламенем**. Несмотря на то, что при данном способе нет необходимости в тонкой обработке как дополнительном

рабочем этапе, торцы должны быть очищены от остатков типа шлифовального шлама или следов пота, которые остаются после касания руками. Обычно после полировки пламенем остаются видимыми следы от предыдущего пиления или фрезерования. Поэтому этот более экономичный способ полирования (по сравнению с полировкой матерчатым полировальным кругом) должен применяться в тех случаях, когда установленные требования не очень высоки, например, при работе со стандартными тонкими листовыми материалами. Обычно толстые листовые материалы нельзя полировать пламенем из-за накопления избыточного поверхностного напряжения. То же самое касается и цветных материалов, в которых присутствие красителей или пигментов может вызвать существенное снижение блеска.

Если огневая полировка производится не достаточно квалифицированно и пламя соприкасается с поверхностью заготовки за пределами кромки, на поверхности может накапливаться термальное напряжение. Оно может вызвать растрескивание изделия при дальнейшей обработке или в процессе эксплуатации, например, когда материал будет контактировать с клеями, разбавителями красок или чистящими средствами. Чтобы устранить этот риск, необходимо провести отжиг изделия (см. раздел 8 «Отжиг»).

Существуют полуавтоматические огневые полировальники, работающие на смеси ацетилена и кислорода, предназначенные для прямой кромки плоских листов различной длины. Получаемые этим методом результаты лучше, чем при работе со смесью ацетилен – сжатый воздух.

Распылитель и его наконечник должны быть подстроены к выполнению этой операции при проведении предварительных испытаний.

Для ручной полировки пламенем изогнутых кромок обработанного изделия или внутри высверленного отверстия можно использовать, например, настольное устройство, в котором пламя образуется при горении смеси водорода и кислорода.

При алмазной полировке нет необходимости в предварительной тонкой обработке PLEXIGLAS®. Резка и полировка выполняются в один подход. Используются фрезеровальные алмазные головки по меньшей мере с двумя режущими точками либо токарные инструменты с алмазным покрытием. Важным условием является эффективная система отвода стружки. Каждый инструмент должен использоваться только для материала одного типа, например только для PLEXIGLAS®.

Очень важно использовать только высококачественные точные инструменты и станки, предполагающие надежное крепление или направление заготовки в процессе обработки. Только производители несут ответственность за предварительную и последующую заточку углов инструментов и настройку угла резки алмазных вершин резца. Оборудование должно работать без вибрации во избежание появления резонансных линий на материале. Этим требованиям отвечают доступные в продаже

полировальные и фрезеровочные станки. Алмазные шлифовальные и фрезерные станки могут работать продолжительное время, поэтому особенно рекомендуются для серийного производства. Образующиеся при работе заусенцы зачищаются при помощи шабера.

Полировку в барабане можно применять для обработки мелких деталей, полученных из PLEXIGLAS® механическим способом: заготовки загружают в устройство для барабанной полировки, куда в качестве рабочего вещества добавляют специальный абразивный порошок и кусочки дерева специальной формы. После обычной трехступенчатой обработки – тонкая шлифовка (6–24 часа), полировка (примерно 16 часов) и доводка (примерно 12 часов) – изделия из PLEXIGLAS® приобретают высокий глянец.

Полировка материалов PLEXIGLAS®

Способ	Классический (влажное шлифование + матерчатый полировальный круг/войлочная лента)	Полировка пламенем	Полировка алмазным инструментом и фрезой	Осторожная полировка (с пастой)
Качество поверхности	Отличное	Среднее	Хорошее – отличное	Отличное
Напряжение	Среднее	Очень высокое	Среднее	Низкое
Расход времени	Высокий – очень высокий	Низкий	Низкий	От низкого до большого
Стоимость	Средняя	Высокая	Очень высокая	Низкая

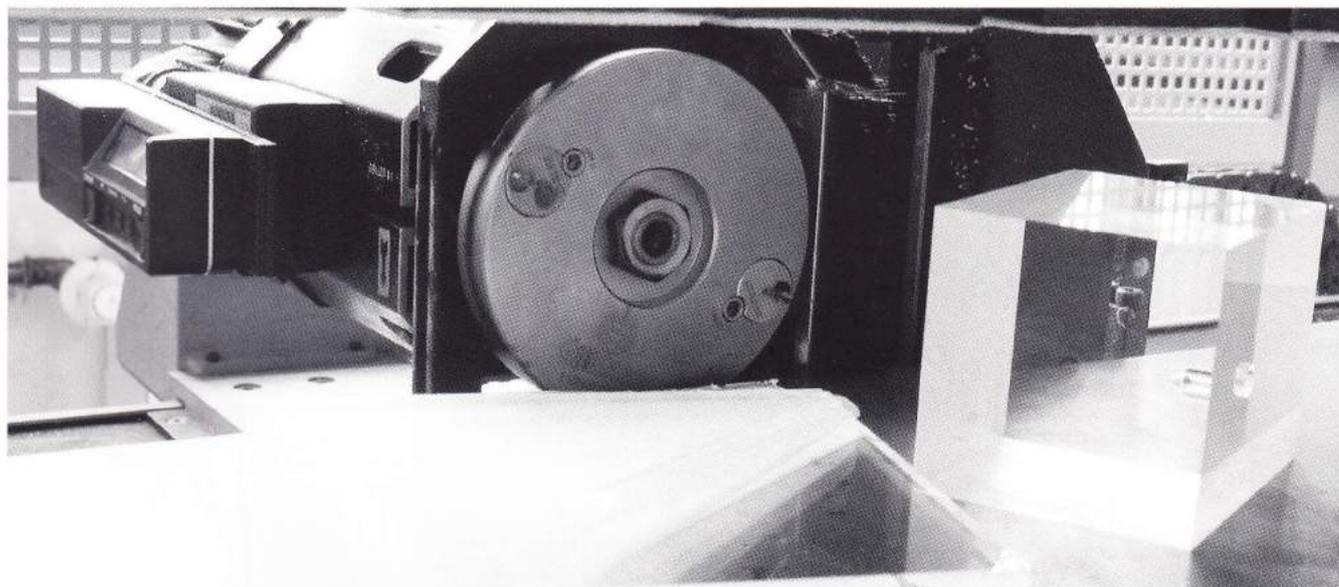


Рис. 41. Алмазная полировка

8. Отжиг

Отжиг – процесс нагревания и последующего медленного охлаждения пластмассовых изделий.

Пластмассы выдерживают значительные напряжения на растяжение, если на них одновременно не действует агрессивная среда.

Растягивающее напряжение может возникнуть по следующим причинам:

- машинная обработка: пиление, фрезеровка, токарная обработка или шлифование;
- термоформование, особенно с образованием изогнутых контуров;
- неравномерный нагрев;
- усадка клея;
- деформация в процессе соединения деталей (зажимание, сверление, винтовое соединение);
- усадка после локального перегрева, вызванного обработкой неправильно заточенным инструментом или полированием;
- сопротивление термическому расширению;
- внутренние напряжения в изделиях из PLEXIGLAS® XT, особенно в трубах, обусловленные технологией производства;
- внешняя нагрузка.

В присутствии агрессивной среды, например, растворителей и разбавителей, используемых при склеивании, печати и окрашивании, мономерных испарений во время резки лазером или полировки пламенем, пластификаторов ПВХ,

изоляционных материалов, герметики, пленок, агрессивных чистящих веществ, может произойти **растрескивание изделия. Следовательно, необходимо избежать одновременного присутствия растягивающего напряжения и агрессивной среды.**

Поскольку заранее невозможно исключить, что изделие в процессе эксплуатации не будет подвергаться воздействию агрессивных сред, то любое растягивающее напряжение лучше снять отжигом. Для этого изделия из материала PLEXIGLAS® нагревают в печи до температуры ниже температуры размягчения. Продолжительность нагрева зависит от толщины изделия. Затем изделия медленно охлаждают. Слишком быстрое охлаждение приведет к образованию на его поверхности напряжения, потому что внутри материала будет продолжаться усадка в процессе охлаждения.

Отжиг проводится при следующих условиях:

Температура

- PLEXIGLAS® GS: 80 °C (неформованные изделия до 100 °C)
- PLEXIGLAS® XT: 70–80 °C (неформованные изделия до 85 °C)

Продолжительность отжига

- PLEXIGLAS® GS и PLEXIGLAS® XT: продолжительность отжига (в часах) равна толщине материала (в мм), разделенной на 3, но не менее 2 часов.

Охлаждение

- Продолжительность охлаждения в печи (в часах) равна толщине материала PLEXIGLAS® (в мм), деленной на 4. Скорость охлаждения не должна превышать 15 °C в час.
- Температура материала PLEXIGLAS® при извлечении из печи не должна превышать 60 °C.

9. Очистка и уход

Для очистки и ухода за изделиями из материалов PLEXIGLAS® нужна только чистая вода. Для удаления сильного загрязнения следует пользоваться теплой водой, в которую добавлено небольшое количество бытового моющего средства мягкого действия. **Избегайте сухого трения поверхности изделия.** Перед тем как вытереть изделие насухо с помощью губки, замши или подкладочной ткани для перчаток, убедитесь, что все грязные пятна удалены.

После интенсивного трения на поверхности полимерного материала появляется статический электрический заряд, и она будет сильнее притягивать пыль. Поэтому ее необходимо протирать специальными средствами, такими как Antistatischer Kunststoff-Reiniger + Pfleger (AKU) (компания BURNUS), которые распыляют на слегка загрязненную или очищенную поверхность и распределяют мягкой тканью без вытирания насухо. Пылеотталкивающее действие сохраняется надолго.

Стекла и другие блестящие поверхности можно очищать работающей под высоким давлением уборочной машиной с добавлением мягкого моющего средства.



Рис. 42. Чистящие материалы

* = зарегистрированный товарный знак

PLEXIGLAS
PLEXIGLAS ALLTOP
PLEXIGLAS FREE FLOW
PLEXIGLAS HEATSTOP
PLEXIGLAS RESIST
PLEXIGLAS SATINICE
PLEXIGLAS SOUNDSTOP
ACRIFIX
EUROPLEX

являются зарегистрированными товарными знаками
компании Evonik Röhm GmbH, Darmstadt, Germany

Материалы сертифицированы в соответствии
со стандартами DIN EN ISO 9001 (качество)
и DIN EN ISO 14001 (экология).

Эта информация и все последующие технические
рекомендации основаны на наших знаниях и опыте.
Однако это не дает основания полагать, что у нашей
стороны нет обязательств или другой юридической
ответственности, также касательно и существующих
прав на интеллектуальную собственность третьей
стороны, особенно патентных прав. В частности,
никаких гарантий, прямых или косвенных, или
гарантий о свойствах продуктов в юридическом
смысле не дается или подразумевается.
Мы сохраняем за собой право вносить любые
изменения, связанные с развитием технологий
или новыми разработками. Потребитель не
освобождается от ответственности проводить
тщательный осмотр и испытание поступающей
продукции. Свойства материалов, представленные
в данном руководстве, должны быть проверены
соответствующим тестированием, которое может
проводиться только высококвалифицированными
специалистами, и это является исключительной
ответственностью потребителя. Отсылка к товарным
знакам, используемым другими компаниями, не
является рекомендацией
и не означает, что аналогичный продукт не может
быть использован.

Ref.No. 311-1 June 2009
10/0609/09718 (en)



EVONIK
INDUSTRIES

Business Unit
Performance Polymers

Evonik Röhm GmbH
Kirschenallee
64293 Darmstadt
Germany

info@plexiglas.net
www.plexiglas.net
www.evonik.com

Evonik. Power to create.