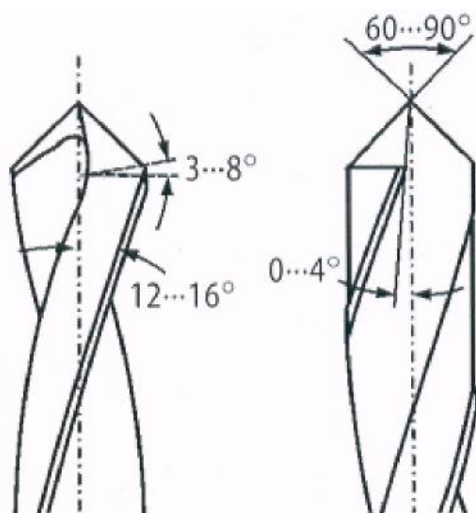


### 3. Сверление

Внимание: Прежде, чем использовать доступные в продаже винтовые сверла для металла при работе с акрилом, их режущая кромка должна быть соответствующим образом заточена (см. пункт 1.7 Инструменты)

#### 3.1. Винтовые свёрла

Винтовые свёрла не могут использоваться для PARAPAN, если угол между режущими кромками не уменьшен с обычных  $120^\circ$  до  $60-90^\circ$ . Главный передний угол должен быть сточен до значения от  $4$  до  $0^\circ$ . Сверло работает правильно, если оно скорее соскабливает, нежели режет, таким образом, что стружка на выходе из отверстия отсутствует (см. Рисунок 12). Угол зазора должен быть, по меньшей мере,  $3^\circ$ . Если просверленные отверстия в диаметре превышают  $8$  мм, поперечная кромка должна быть заточена таким образом, чтобы уменьшить давление при контакте в начале сверления. Во избежание появления всякого рода зазубрин, отверстия для сверления должны быть слегка закруглены или зенкованы.



**Рисунок 12 – Правильная заточка сверла из инструментальной стали (режущая кромка скорее должна скоблить, а не резать!)**

Винтовые свёрла с меньшим углом подъема  $\phi$  (от  $12$  до  $16^\circ$ ) позволяют лучше удалять стружку, но они тоже должны быть заточены в вышеуказанным образом.

Если толщина материала  $5$  мм и больше, используйте охлаждающие жидкости или эмульсии для сверления (масло в воде), которые совместимы с акрилом. Во время просверливания глубоких отверстий, скорее рекомендуется использовать только эмульсии для сверления.

Рисунок 13 демонстрирует оптимальные условия для сверления: с заданной скоростью подачи между  $0,1$  и  $0,3$  мм/оборот и диаметром сверла  $25$  мм, наиболее оптимальная скорость составляет  $510$  оборотов/мин. При таких условиях, в сочетании с эмульсией для сверления, получаются отверстия с почти прозрачными, шелковисто-матовыми стенками. Качество поверхности может далее быть улучшено при обработке развёрткой, используемой обычно при работе с металлом.

#### Данные по заточке и обработке

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Угол зазора, $\alpha$                  | $3^\circ - 8^\circ$   |
| Главный передний угол, $\gamma$        | $0^\circ - 4^\circ$   |
| Угол между режущими кромками, $\sigma$ | $60^\circ - 90^\circ$ |
| Угол подъема, $\beta$                  | $12^\circ - 16^\circ$ |
| Скорость резки, $V_c$                  | $10-60$ м/мин         |
| Подача, $f$                            | $0,1 - 0,3$ мм/оборот |



**Рисунок 13 - Рекомендуемые скорости резки, диаметры и скорости вращения для сверления**

Рисунок 14 демонстрирует влияние скорости реза и подачи на качество работы:

(Верх) Скорость и/или подача слишком высокая: крошащаяся стружка, неровный рез

(Центр) Скорость и/или подача слишком низкая: перегрев, следы разрушения в отверстии, оплавленная стружка

(Низ) Оптимальная скорость и правильная подача: гладкая поверхность; ровный, непрерывный выход стружки.

Во время сверления тонких листов рекомендуется закрепить их на плоской сплошной основе с целью предотвратить появление стружки с нижней стороны просверленного отверстия. Сверло должно входить осторожно и медленно. Как только режущая кромка со всех сторон проникнет в материал, скорость подачи может быть увеличена. Непосредственно перед прохождением нижней части поверхности, она должна быть снова уменьшена.

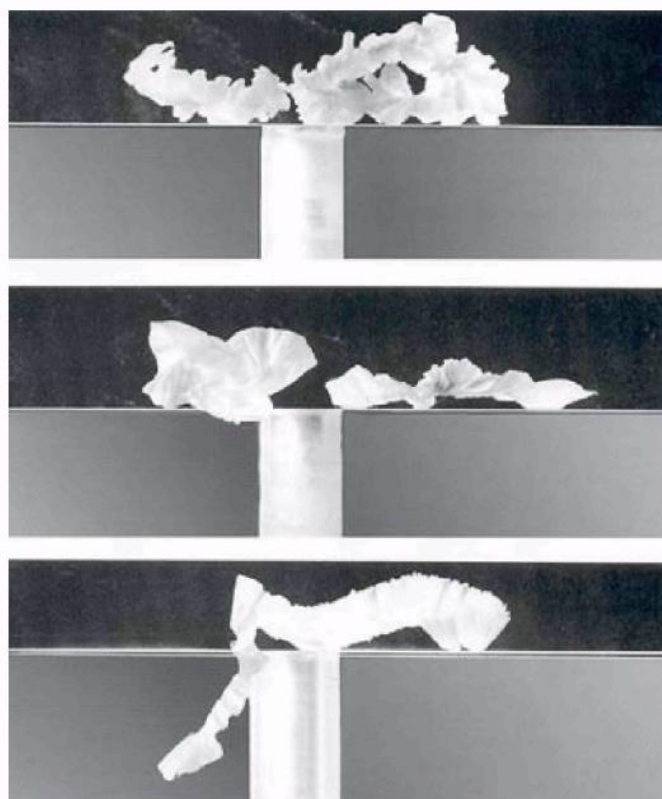
При сверлении толстостенных материалов, глубоких либо глухих отверстий вручную, инструмент необходимо извлекать несколько раз, чтобы избежать перегрева. Отверстия в деталях вращения либо в длинных изделиях лучше сверлить на токарном станке.

### 3.2. Специальные сверла и зенкеры

Если кроме обычной обработки в мастерской, отформованные или уже установленные детали должны быть просверлены вручную, например, на

строительной площадке, то в работе с PARAPAN должны использоваться специальные сверла. Они специально созданы, для того чтобы предотвратить возникновение вибраций и раскалывание материала.

Обычно используются специальные сверла или зенкеры.



**Рисунок 14 – Различные виды стружки**

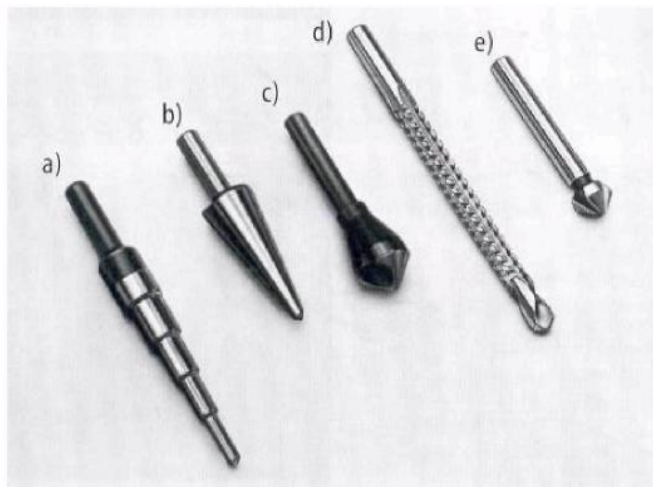


Рисунок 15 - Специальные сверла

#### (a) Ступенчатое сверло

Этот вид сверла с одной кромкой не оставляет никаких следов от вибрации и гарантирует просверливание чистых отверстий цилиндрической формы. С каждым последующим шагом углубления сверла происходит одновременное увеличение отверстия, что повышает эффективность рабочего процесса.

#### (b) Коническое сверло

Просверленные отверстия имеют слегка коническую форму. Образование стружки в точке проникновения этого сверла с тройной кромкой не происходит.

#### (c) Специальный зенкер

С одной кромкой; особенно пригоден для удаления заусенец с уже существующих отверстий; хороший сход стружки благодаря скошенному сверлению; отсутствие следов вибрации.

#### (d) Режущее сверло

Очень просто в применении, в том числе, и для длинных отверстий.

#### (e) Зенкер

Этот инструмент с многочисленной кромкой рекомендуется использовать при удалении заусенец и при рассверливании.

Особенного внимания должно быть уделено высокому качеству режущей кромки сверла.

Скорости специальных сверл обычно заметно отличаются от скоростей спиральных сверл. Сверла (a), (b), (c) и (e) обычно работают на низких скоростях, которые в свою очередь варьируются в зависимости от материала. С другой стороны, сверло (d) часто работает на скорости более 10'000 оборотов/мин, подобно фрезам.

### 3.3. Вырезание отверстий

Большие отверстия в тонких листах PARAPAN могут быть получены с использованием следующие инструментов:

- Резчик отверстий (Рисунок 16),
- Пила для отверстий (Рисунок 16),
- Торцевая фреза во фрезерном станке с крепежным столом, смонтированным на оси (Рисунок 18).

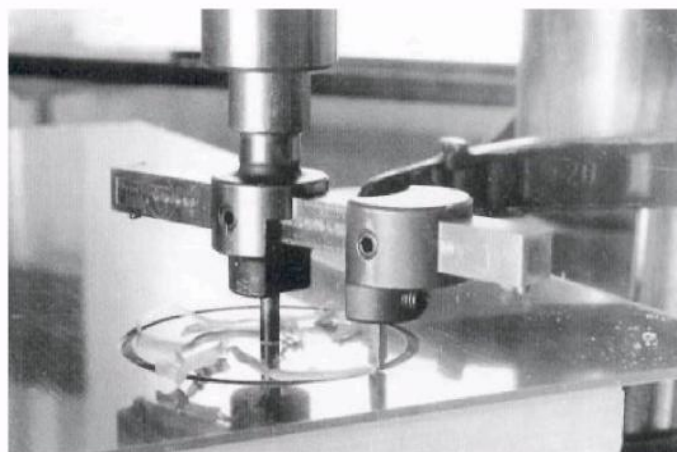


Рисунок 16 – Резчик отверстий

Особенно в случае вырезания отверстий, режущая скорость должна регулироваться в зависимости от условий работы. Используются доступные в продаже инструменты для работы с металлом. При обработке PARAPAN XT пилами для отверстий рекомендуется применять охлаждение водой.

Резчики отверстий, используемые для PARAPAN, должны иметь главный передний угол  $0^\circ$ . Как и при сверлении, тонкие листы должны крепиться на сплошную горизонтальную опору для того, чтобы нижняя поверхность отверстия получалась чистой и ровной.

Для отверстий с диаметром до 60 мм используйте пилу для отверстий, обладающую тем преимуществом по сравнению резчиком отверстий, что она совместима с ручной дрелью. Центральное сверло обычно используется для предварительного просверливания центра отверстия с целью стабилизации.

Торцевые фрезы должны работать на высоких скоростях (от 10'000 об/мин и более). Допустимо использование простых инструментов, если они оснащены фрезерным двигателем (с ручным управлением). При работе с плоским материалом можно получать большие отверстия путём фрезерования, а также, поскольку не требуется сверление центрального отверстия, можно

вырезать круглые диски, при условии, что станок оснащен вращающимся столом. Лист может крепиться к столу либо механически, либо за счет вакуума. В обоих случаях он должен быть плотно прикреплен во избежание вибрации и раскалывания.

### 3.4. Нарезание резьбы

Все доступные в продаже метчики и плашки могут использоваться для нарезания внутренней или наружной резьбы в материале PARAPAN. Рекомендуется использование смазочных материалов, совместимых с акрилом.

Во время последующего винтового соединения необходимо убедиться в отсутствии масляной плёнки на металлических винтах или в совместимости этого масла с пластмассой. Пластмассовые винты, например из полиамида, рекомендуются для использования при внутренней резьбе.

Нарезание резьбы в пластиках всегда влечёт за собой риск ломки по причине эффекта надреза. Этот способ соединения должен рассматриваться как последний выбор после склейки, прижима или винтового соединения через сплошное отверстие.

Просверливаемое отверстие с зазором должно быть примерно на 0,1 мм шире, чем в случае со сталью. С целью сократить до минимума изнашивание резьбы - по причинам починки или для того чтобы увеличить степень стабильности данной части, усиление внутренней резьбы является весьма полезным. Этого можно достичь путём резьбовой металлической вставки, которая может быть смонтирована различными способами.

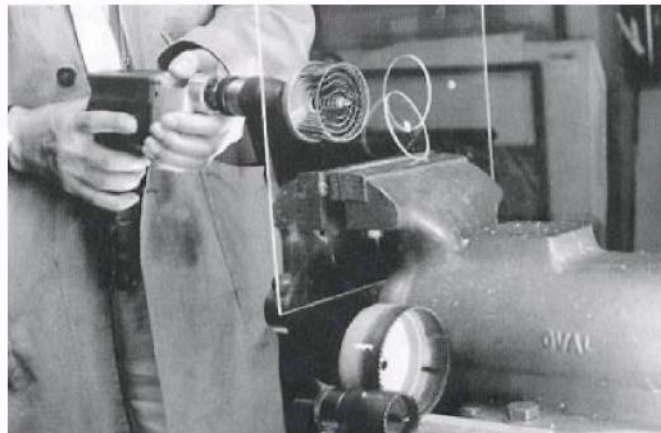


Рисунок 17 - Пила для отверстий

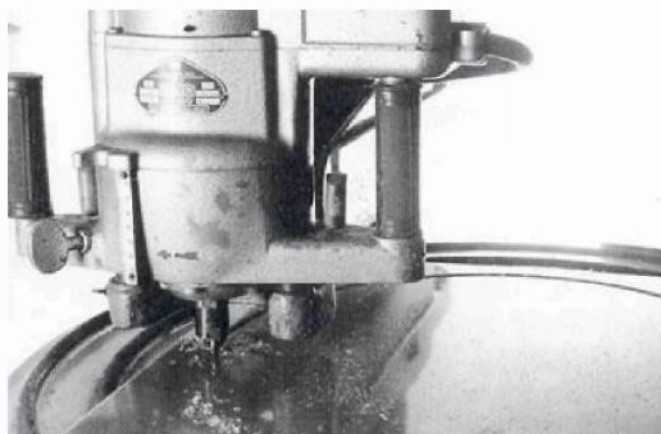


Рисунок 18 - Торцевая фреза