

## **Встречное и попутное фрезерование и его влияние на износ задней поверхности фрезы**

А.В. Желтухин, Р.З. Халиков

Ташкентский Государственный Технический Университет, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан

*Аннотация* Основные показатели качества машин в значительной степени определяются точностью изготовления. В свою очередь точность изготовления машин зависит от точности обработки деталей и качества сборки сборочных единиц и изделий в целом. В свою очередь точность обработки зависит от стойкости и технического состояния инструмента.

Актуальность статьи обусловлена необходимостью изучения повышения стойкости режущего инструмента (фрезы).

В статье рассматриваются два метода фрезерования – попутное и встречное, а также исследовано их влияние на скорость резания и износ цилиндрической фрезы по задней поверхности. В результате чего установлено, что при встречном фрезеровании износ задней поверхности цилиндрической фрезы происходит в 1,7 раза быстрее.

*Ключевые слова* фреза, фрезерование, режущая кромка, резание, износ, задняя поверхность, встречное и попутное фрезерование.

Фрезерная обработка или фрезерование - это обработка металла способом резки с помощью специальной фрезы. Во время подобной металлообработки фрезой совершаются вращательные движения, в то время, как заготовка осуществляет в большинстве случаев поступательные движения. При фрезеровании в процессе задействованными являются два основных объекта – заготовка и фреза. Фрезерование металла это один из этапов по изготовлению из стальной заготовки необходимой детали.

Фрезерование бывает двух видов: попутное и встречное. Между этими двумя видами не так много отличий, но каждый из них обладает определенными преимуществами и недостатками.

В момент врезания режущих кромок фрезы толщина среза равна нулю. Поскольку режущая кромка фрезы представляет собой кромку, имеющую мельчайшие зазубрины и некоторый радиус закругления  $r$ , процесс её врезания в срезаемый слой сильно затрудняется. Не имея возможности врезаться в обрабатываемый металл, если толщина среза меньше радиуса закругления  $r$ , режущая кромка вначале скользит по поверхности резания и только затем начинает срезать стружку. В этот момент обрабатываемый металл в силу упругих свойств усиленно давит на задние поверхности зубьев, вызывая их быстрый износ. По мере затупления радиус закругления режущей кромки  $r$  становится ещё больше, увеличивая скольжение кромки по поверхности резания.

Измерения показывают, что радиус закругления режущей кромки фрезы  $r$  имеет следующие величины: до начала резания  $r=0,03$  мм, спустя 100 минут работы  $r=0,04$  мм и после 200 минут работы  $r=0,06$  мм.

Чем толще стружка, тем меньше скольжение режущей кромки, поэтому с целью улучшения условий резания иногда применяют так называемый метод попутного фрезерования. Если при обычном методе встречного фрезерования фреза вращается против подачи (рис. 1, а), то при попутном фрезеровании вращение и подача фрезы направлены в одну сторону (рис. 1, б).

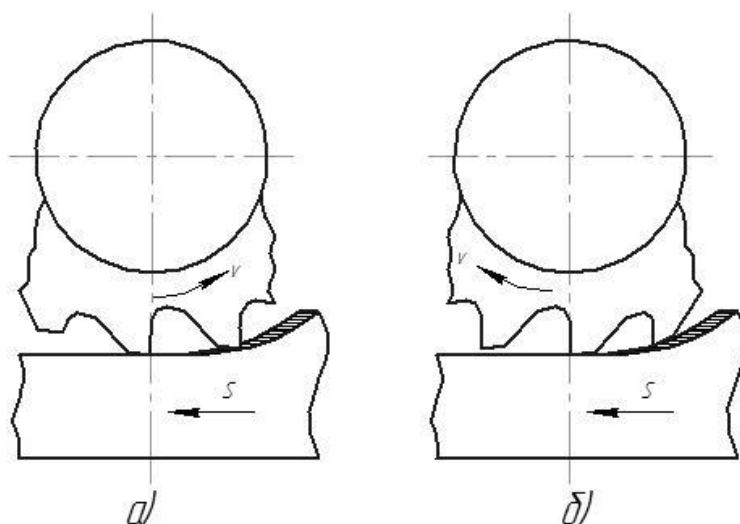


Рис. 1 Два метода фрезерования  
а) -встречное; б) –попутное;

Это позволяет увеличить толщину среза в момент врезания режущей кромки и таким образом устранить скольжение режущей кромки по поверхности резания. В результате такого направления подачи износ фрезы замедляется и повышается её стойкость.

На рисунке 2 показано, как происходило нарастание износа задней поверхности цилиндрической фрезы ( $D=90$  мм,  $z= 10$ ) в одном из опытов при обработке детали из марки стали 45 с режимом резания:  $s_z=0,29$  мм;  $t=10$  мм;  $V=55$  мм;  $v= 46,6$  м/мин.

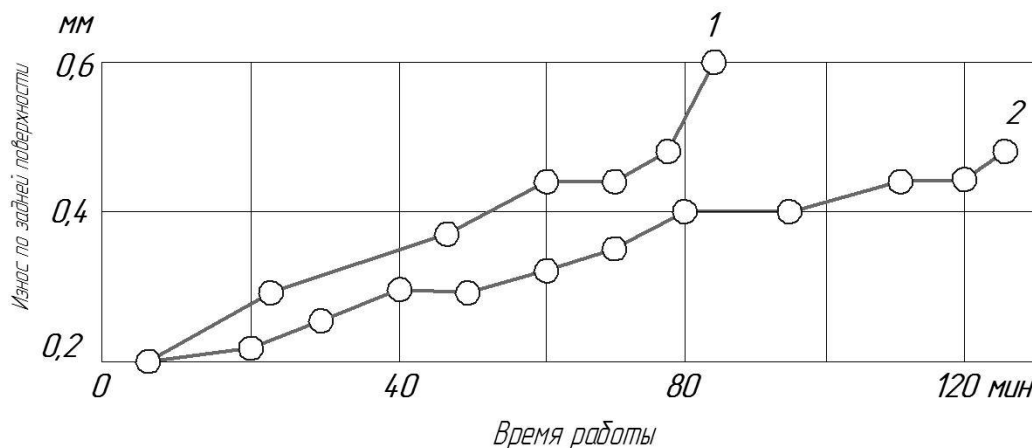


Рис. 2 Износ цилиндрической фрезы по задней поверхности:  
1- при встречном фрезеровании; 2- при попутном

Если при попутном фрезеровании износ, равный 0,45 мм, образовался после 120 мин работы, то при обычном направлении подачи, через 70 мин, т.е. 1,7 раза быстрее.

И так, при попутном фрезеровании, когда направление вращения фрезы совпадает с направлением подачи, интенсивность износа уменьшается и, следовательно, скорость резания можно увеличивать. Так например, при работе цилиндрическими фрезами скорость резания может быть повышена на 50%, при фрезеровании дисковыми фрезами с прямым зубом – на 90% и радиусными выпуклыми фрезами – на 35%.

Попутное фрезерование выгодно применять во всех случаях, за исключением обработки деталей с твёрдой коркой. При черновой обработке оно менее выгодно вследствие большой нагрузки на зубья фрезы в момент их захода в срезаемый слой.

Но стоит отметить, что при попутном методе фрезерования сила резания, действуя в сторону подачи, сообщает столу станка сдвиг на величину зазора между резьбами ходового винта и гайки. В результате деталь быстро затягивает под фрезу, что вызывает сильные вибрации, рост нагрузки на инструмент, прогиб оправки и как следствие, поломку инструмента.

Для успешного применения метода попутного фрезерования необходимо иметь специальное устройство, уничтожающее зазор между ходовым винтом и гайкой и создающее плавную подачу стола [1].

Поскольку при встречной фрезеровке резка начинается в отсутствие нагрузки на режущую кромку то, соответственно, материал заготовки подвергается именно пластическому деформированию, это ведет к упрочнению материала, а это чревато износом пластины.

Если в процессе попутного фрезерования ширину фрезерования установить ориентировочно около 2/3 от ширины самой фрезы, это минимизирует пластическую деформацию материала заготовки при врезании пластины. Далее ширину фрезы необходимо будет подбирать по ситуации, выбирая расстояние между диаметром фрезы и шириной фрезерования, поскольку это соотношение строго индивидуально для конкретного станка и фрезы.

Однако не стоит забывать, что при уменьшении ширины фрезерования до 1/2 диаметра фрезы, толщина стружки будет уменьшаться, а это приведет к тому, что снова материал заготовки будет подвержен пластической деформации. При этой ситуации необходимо увеличить подачу на зуб фрезы.

В качестве заключения плюсы и минусы попутного и встречного фрезерования.

Плюсы попутного фрезерования.

Благодаря тому, что силы резания, которые возникают при попутном фрезеровании направлены в направлении заготовки её прижимает к зажимному приспособлению и по этому нет необходимости применять хитроумные зажимные устройства и лишать заготовку всех степеней свободы.

Стойкость фрезы гораздо выше, чем при встречном фрезеровании, так как износ зубьев инструмента по задним поверхностям менее значительный и идёт равномерно.

Качество поверхностей имеет хорошую шероховатость за счёт плавной деформации снимаемого припуска металла.

Удобное направление схода стружки. Она остается позади режущего инструмента и легко удаляется.

Минусы попутного фрезерования.

Наверное, самый основной недостаток это невозможность использования данного способа при обработке заготовок с грубыми необработанными поверхностями (поковки, литье, штамповки). Это связано с тем, что различные твердые включения, которые содержатся в корке могут сильно износить инструмент или даже привести к его поломке.

Так как зубья фрезы работают при ударной нагрузке то необходимо, чтобы приспособление было жестко и надежно закреплено на станке. Да и сам станок должен быть достаточно жестким.

В механизмах перемещения стола должны отсутствовать зазоры для исключения появления вибраций.

Плюсы встречного фрезерования.

Нагрузка на станок более плавная и не зависимо, какую поверхность имеет заготовка процесс резания идет мягко и равномерно.

Упрочнение обработанной поверхности за счет деформации металла.

Минусы встречного фрезерования.

Силы резания направлены на то, чтобы оторвать заготовку от приспособления и этот факт требует надежное ее крепление в базовом приспособлении.

Значительный и быстрый износ режущего инструмента, что в свою очередь не позволяет работать с применением высоких режимов резания.

Плохое удаление стружки. Она вылетает перед фрезой и может попасть в зону резания, что приведет к царапинам по обработанной поверхности.

Таким образом, любой из двух способов фрезерования, которые мы описали, имеет свои преимущества и явные недостатки. А это означает, что в каждом конкретном случае методика резки выбирается с учетом того, какую по качеству поверхность требуется получить после обработки.

### **Библиографический список**

1. Горелов В.М. Резание металлов. Учеб. пособие. - М.: Машиностроение, 1966г.