

А. В. Моисеев, Л. М. Двоскин, А. Н. Астафьев

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ ТРЕНИЯ ПО ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЦА

При исследовании сил трения по задней поверхности исходим из предположения о независимости сил, действующих по передней и задней поверхностям резца. Если это так, то изменения в значениях горизонтальной и вертикальной составляющих силы резания от момента касания резцом обрабатываемой поверхности древесины до момента, когда при дальнейшем углублении резца в древесину начнет образовываться стружка, могут быть объяснены только изменением сил трения по задней поверхности. Применяя концепцию независимости действия сил, можно с некоторым допущением считать, что силы по задней поверхности при максимальном заглублении резца, предшествующем началу образования стружки, равны таким же силам при резании с образованием стружки. Непосредственно измерить эти силы в процессе резания очень трудно. Знание же их необходимо, например, при изучении теплофизики резания, при расчетах прочности режущей части инструмента, при изучении процесса износа инструмента.

На величину силы трения по задней поверхности [1] наибольшее влияние оказывает величина радиуса затупления резца и величина заднего угла α . Ввиду того, что при резании величина заднего угла изменяется в сравнительно узких пределах, наши опыты проводились при постоянном значении его в 15° . Радиус затупления был принят равным 2,5; 15 и 30 мкм. Исследования проводились на древесине сосны влажностью 10%. Трудность заключалась в том, что при принятых нами заглублениях резца (начиная от 2 мкм) возникали очень малые силы, измерить которые старыми методами (с помощью индикаторов или проволочных датчиков) было невозможно. Для измерения таких сил мы применили полупроводниковые тензорезисторы типа КТЭ-3, чувствительность которых в десятки раз выше чувствительности проволочных тензорезисторов (датчиков). Исследования проводились на установке, смонтированной на базе плоскошлифовального станка для шлифования металла, повышенной точности, марки ЗБ71. Применение плоскошлифовального станка для данного исследования позволило осуществлять резание с подачами от 2 мкм и более.

Резец устанавливался на шпиндельной бабке этого станка в специальном устройстве, позволяющем регистрировать вертикаль-

ную составляющую силы резания, образец — в специальном устройстве (каретке), позволяющем регистрировать горизонтальную составляющую силы резания. Эта каретка закреплялась на магнитной плите станка. Тензодатчики типа КТЭ-3 имеют следующие

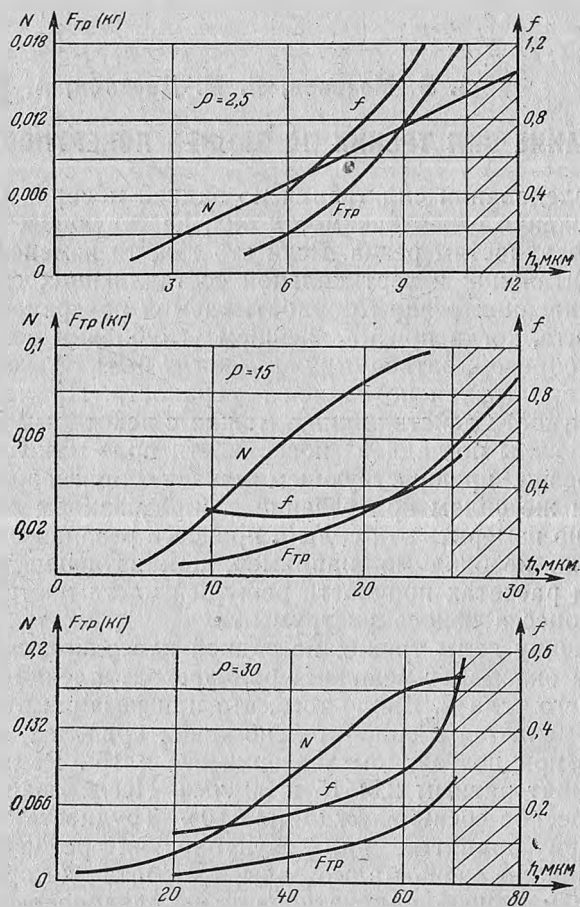


Рис. 1. Изменение N и F_{TP} при изменении подачи до момента образования стружки при продольном резании.

параметры: сопротивление 248—252 Ω , чувствительность $S=123,0$. Датчики включены в мостовую схему, которая питается от стабилизированного источника постоянного тока напряжением 8 в и через усилитель Ф 301-3 работает на самопишущий прибор Н-326-3. Подробная схема установки и принцип ее работы описаны в статье [3]. Для увеличения жесткости системы (в отличие от установки

описанной в этой статье) резец закрепляется на стальном стакане, на который наклеивались датчики. Размер стакана $D=50$ мм, $l=60$ мм, толщина стенки — 1 мм. При таком жестком креплении резец перемещался при действии максимальной силы не более чем на 1—5 мкм.

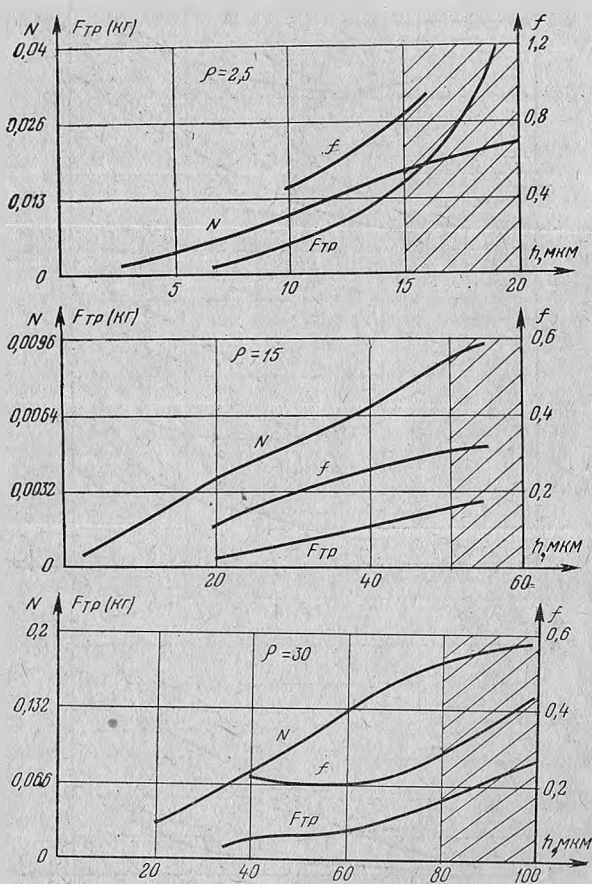


Рис. 2. Изменение N и $F_{тр}$ при изменении подачи до момента образования стружки при поперечном резании.

Исследование проводилось на сосне и буке. Резание сосны производилось в продольном, поперечном и торцевом направлениях. Толщина образца (ширина стружки) во всех опытах была 5 мм. Резание производилось со скоростью 0,1 м/сек.

Момент касания резца с древесиной определялся при помощи бинокулярного микроскопа МБС-2 (увеличение 56*). С момента

касания начинался отсчет подачи и запись усилий. Составляющие силы резания регистрировались через каждые 2 мкм вертикального перемещения реза. Расчет количества наблюдений производился обычным, статистическим способом.

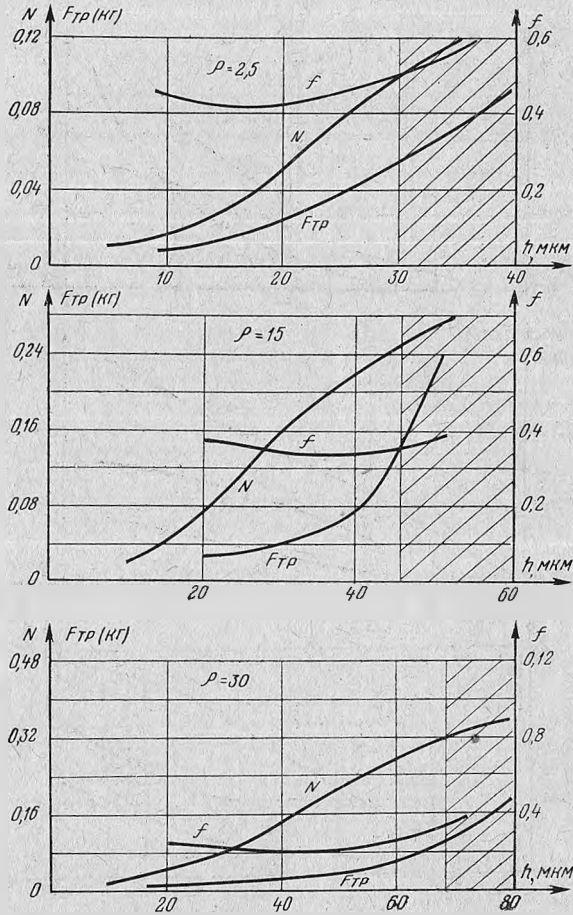


Рис. 3. Изменение N и $F_{тр}$ при изменении подачи до момента образования стружки при торцовом резании.

На рис. 1—3 показано изменение нормальной силы и силы трения $F_{тр}$ при изменении подачи до момента образования стружки при продольном, поперечном и торцовом резании. Заштрихованная область показывает зону вертикальных подач, в пределах которых начинается образование стружки. Как видно из графиков, к момен-

ту образования стружки вертикальная сила достигает своего максимума, а на графике горизонтальной силы появляется перелом. Момент образования стружки определялся визуально. Значения сил резания с момента образования стружки приведены в работе [4].

Коэффициент трения рассчитывался по формуле:

$$f = \frac{F_{\text{тр}}}{N},$$

где $F_{\text{тр}} = P_z$ — сила трения (горизонтальная составляющая),
 $N = P_y$ — нормальная сила (вертикальная составляющая).

При продольном резании в области подач от 10 до 20 мкм наблюдается относительно медленный рост коэффициента трения. В зоне образования стружки при подачах 20—25 мкм нормальная сила N замедляет свой рост, а горизонтальная сила (сила трения $F_{\text{тр}}$) круто растет, так как прибор начинает регистрировать суммарное усилие, вызванное действием лезвия и задней поверхности резца на древесину.

При поперечном и торцовом резании в зоне образования стружки от 33 до 55 мкм коэффициент трения очень медленно растет, это явление можно объяснить малой разницей в прочности и упругости древесины по радиальному и тангенциальному направлениям [2].

Для расчетов следует брать значения коэффициента трения, полученные в области образования стружки. При дальнейшем увеличении подачи рост составляющей силы резания $P_z(F_{\text{тр}})$ происходит за счет сил, действующих по передней поверхности резца.

Литература

- [1] А. Л. Бершадский. Резание древесины. М., 1956. [2] С. А. Воскресенский. Резание древесины. М., 1955. [3] А. В. Моисеев, А. Н. Астафьев. Экспериментальная установка для микрокиноисследования процессов резания. Мат-лы науч.-техн. конф. Белорусского технологического института им. С. М. Кирова. Минск 1969. [4] А. В. Моисеев, А. Н. Астафьев, Л. М. Двоскин. Исследование процесса резания древесины в области подач от 2 до 150 мк с помощью кремниевых тензорезисторов. Мат-лы IV науч.-техн. конф. аспирантов, соискателей и молодых специалистов деревообрабатывающей промышленности. Киев, 1971.