
Ю. М. КОМАРОВ
доцент кандидат техн. наук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ РЕЖУЩИХ ЗУБЦОВ

Угловые параметры режущих зубьев пильного аппарата находятся в сложной взаимосвязи с силой противодействия древесины пилению. Влияние геометрии зубцов на составляющие этой силы настолько осложнено различными факторами пиления, что определение оптимальных угловых параметров аналитическим способом, с точки зрения наименьших затрат мощности, представляет значительные трудности, а выражение, получающееся при этом, весьма сложное и не представляет практического интереса. Поэтому обычно оптимальные угловые параметры находятся экспериментально-производственными исследованиями.

По найденным из опыта зависимостям усилия резания (горизонтальной составляющей) P_x от угла резания и углов заточки граней зубцов устанавливают, что в целях уменьшения расхода мощности выгоднее работать с меньшими угловыми параметрами. Но так как усилие резания не имеет минимума, а непрерывно возрастает с увеличением данных угловых параметров (см. рис. 1—3), то установить точно величины оптимальных углов только по этой зависимости невозможно. Поэтому исследователи обычно принимают (а не определяют расчетом) примерно такие угловые параметры за оптимальные, при дальнейшем увеличении которых усилие резания начинает возрастать наиболее интенсивно, а при уменьшении их — понижаться незначительно. Учитывая при этом, что прочность зубцов с уменьшением углов заточки будет заметно снижаться, принимают данные угловые параметры за наиболее выгодные. Такое определение оптимальных углов является приближенным и не вполне обоснованным.

Для точного установления оптимальных угловых параметров режущих зубцов надо знать закономерности изменения не одной,

а трех составляющих усилий полной силы резания в зависимости от геометрии зубцов. Полная сила резания P есть геометрическая сумма трех составляющих усилий: горизонтальной P_x , вертикальной P_z и поперечной P_y , то есть:

$$P = \sqrt{P_x^2 + (P_z^2 + P_y^2)} = \sqrt{P_x^2 + P_1^2}.$$

Наши экспериментальные исследования¹ зависимости силового противодействия древесины зубцам цепных пил при поперечном пилении показали, что полная сила резания как и отдельные составляющие ее не имеют минимума при изменении геометрии режущих зубцов. Исключением является зависимость $P = f(\delta)$, где δ — угол резания боковой кромки режущего зубца. Но равнодействующая сила P_1 вертикальной и поперечной составляющих во всех случаях имеет минимальное значение (см. рис. 1—4). А чем меньше эта сила, тем меньше вредные сопротивления в процессе резания, выражающиеся нормальными и касательными силами на фасках и боковых поверхностях зуб-

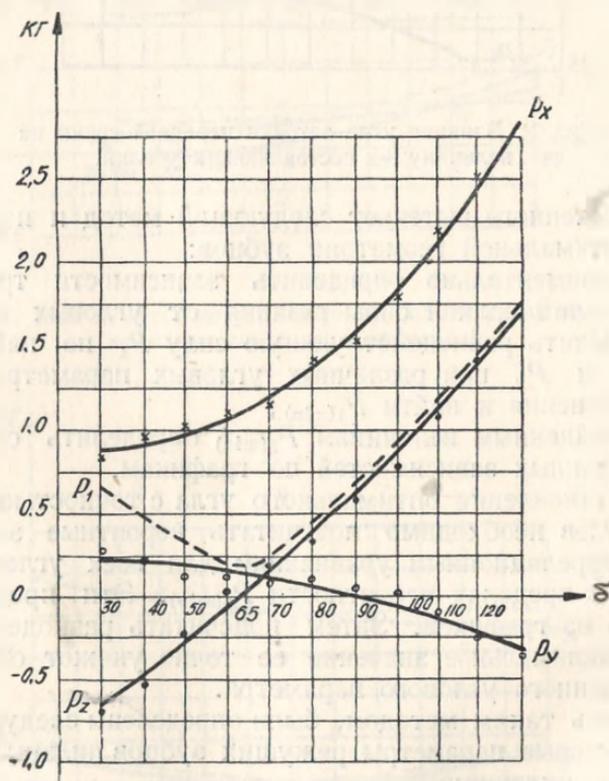


Рис. 1. Зависимости трех составляющих усилий резания от угла резания δ .

¹ См. статью «Силовое противодействие древесины зубцам цепных пил при пилении». Сборник научных трудов БЛТИ, выпуск X, 1957 г.

пов. Следовательно, угловые параметры, при которых сила P_1 является наименьшей, обеспечивают минимальный расход мощности на преодоление вредных нежелательных сопротивлений в технологическом процессе пиления.

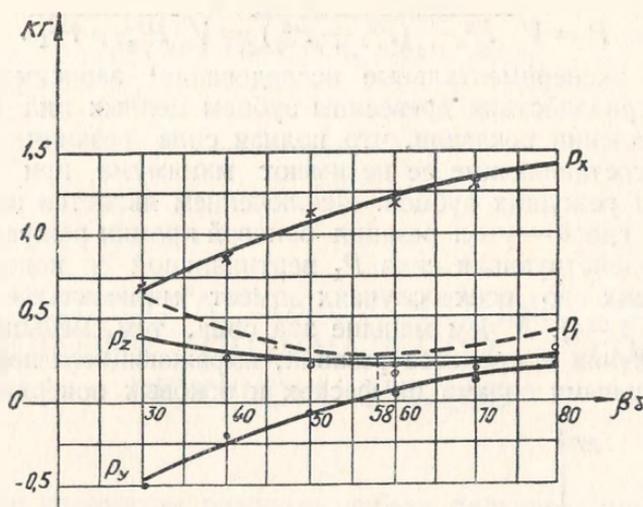


Рис. 2. Влияние угла заточки передней грани на величину 3-х составляющих усилий.

Из изложенного вытекает следующий метод и порядок определения оптимальной геометрии зубцов:

- 1) экспериментально определить зависимости трех составляющих усилий полной силы резания от угловых параметров;
- 2) вычислить равнодействующую силу P_1 по найденным из опыта P_z и P_y при различных угловых параметрах в пределах их изменения и найти $P_{1(\min)}$;
- 3) по найденным величинам $P_{1(\min)}$ определить оптимальные углы для данных зависимостей по графикам.

Для установления оптимального угла с точностью до одного-двух градусов необходимо подсчитать вероятные значения P_z и P_y по корреляционным уравнениям для всех углов, которые находятся в пределах вероятности $P_{1(\min)}$. Эти пределы легко установить из графиков. Затем подсчитать равнодействующую $P_{1(\min)}$, и минимальное значение ее точно укажет оптимальную величину данного углового параметра.

Пользуясь таким методом, были определены следующие оптимальные угловые параметры режущих зубцов пильных цепей для поперечного пиления:

- угол резания короткой режущей кромки режущего зуба $\delta = 65^\circ$ (рис. 1);
- угол заточки передней грани $\beta_a = 58^\circ$ (рис. 2);
- угол заточки задней грани $\beta_3 = 36^\circ$ (рис. 3);
- угол наклона зуба или задний угол резания $\alpha = 11^\circ$ (рис. 4).

Опыты проводились с записью усилий осциллографом при следующих факторах пиления: порода — сосна, абсолютная влажность древесины $30\% \pm 4\%$, ширина пропила 7,0 мм, величина подачи 0,3 мм.

Недостаток экспериментально-расчетного метода определения оптимальных угловых параметров заключается в том, что полученные результаты можно распространить только на граничные

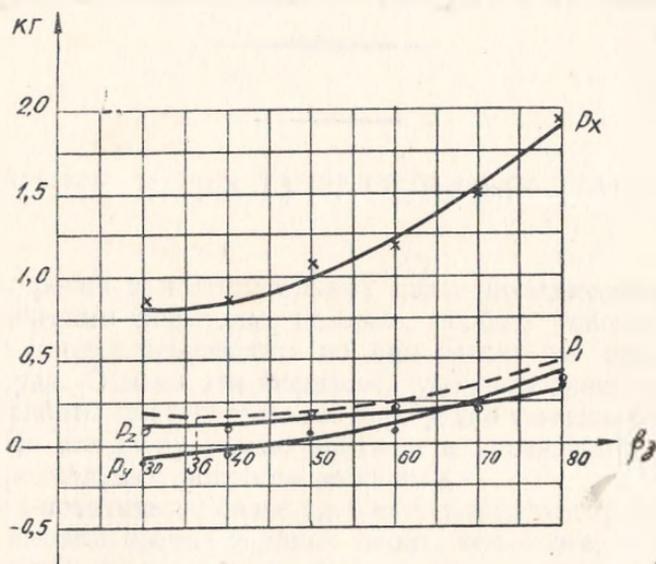


Рис. 3. Влияние угла заточки задней грани на величину составляющих усилий.

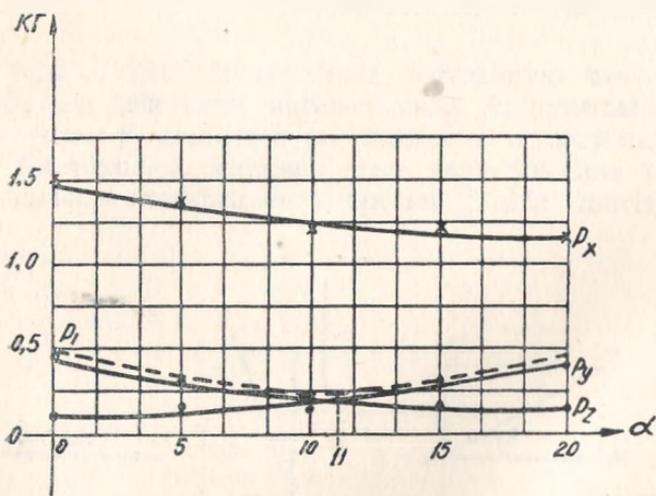


Рис. 4. Влияние угла наклона зубца на величину трех составляющих усилий.

условия опытов. Однако этот метод дает возможность точно и обоснованно определить наивыгоднейшие угловые параметры по сравнению с существующей практикой их определения.

Применение предлагаемого метода определения оптимальной геометрии режущих зубцов даст возможность правильно и точно установить наивыгоднейшие контуры режущих элементов пильных цепей, дисковых и других пил, что позволит уменьшить расход мощности и увеличить производительность режущих аппаратов.

