

674
Д-24

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

✓

Белорусский технологический институт
им. С. М. Кирова

На правах рукописи

Лев Михайлович Двоскин

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ И ТЕПЛОВЫХ
ЯВЛЕНИЙ, СОПУТСТВУЮЩИХ ПРОЦЕССУ
РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ**

Специальность № 05.421

*"Машины, оборудование и технология лесопильных
и деревообрабатывающих производств
(05.06.02)*

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

Минск 1974

674
8-24

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР
БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.ДИРОВА

На правах рукописи

Лев Михайлович Двоския

3388 ар

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ И ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ,
СОПУТСТВУЮЩИХ ПРОЦЕССУ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Специальность № 05.421

"Машины, оборудование и технология лесопильных
и деревообрабатывающих производств"
(05.06.02)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск - 1974

БИБЛИОТЕКА БТИ
ИМЕНИ С. М. ДИРОВА

Работа выполнена в Белорусском технологическом институте имени С.М.Кирова.

Научный руководитель – кандидат технических наук,
доцент А.В.МОИСЕЕВ

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор А.Э.ГРУБЕ;
кандидат технических наук,
доцент В.И.МИКУЛИНСКИЙ

Ведущее предприятие – Минское проектно-производственное
мебельное объединение.

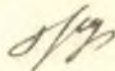
Автореферат разослан " 8 " мая 1974 г.

Защита диссертации состоится 12 июня 1974 г. на заседании
Совета БТИ им.С.М.Кирова, 220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13а,
корпус 4, ауд. 220.

Ваши отзывы на автореферат просим направить в двух
экземплярах с заверенными подлинными в адрес Совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук



А. А. Грушевокая

Введение

Девятый пятилетний план, являющийся важным этапом в достройке материально-технической базы коммунизма, предусматривает повышение производительности труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности примерно на 35% за счет комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и дальнейшей интенсификации технологических процессов.

Интенсификация процессов обработки древесины резанием, а также повышение качества обработки материала, неразрывно связаны с проектированием, изготовлением и эксплуатацией режущего инструмента.

Очень важным показателем работы дереворежущего инструмента является его стойкость. При современных режимах резания, с большими скоростями и подачами, среди факторов, влияющих на износ режущих кромок, немаловажную роль играет температура их нагрева.

Целью настоящей работы является теоретическое и экспериментальное исследование нагрева режущей части дереворежущего инструмента, влияние основных параметров режима резания и геометрии инструмента на температуру его нагрева.

Работа состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций, библиографии, акта внедрения.

В первой главе проведен анализ работ, выполненных отечественными и зарубежными учеными в области теплофизики резания и трения. Причем, аналитические и экспериментальные методы исследований рассмотрены отдельно. На основании анализа сделаны обобщающие выводы и определены задачи наших исследований.

Во второй главе описаны исследования сил трения по передней и задней поверхностям резца. В этой главе содержится изображение

аналитических предпосылок применения разрезного резака для исследования сил трения по передней поверхности, методика и результаты исследования сил трения по передней поверхности, а также результаты исследования сил трения по задней поверхности. В заключении главы сделаны выводы по проведенным исследованиям.

Третья глава содержит описание основных положений метода точников тепла, примененного нами для аналитических исследований тепловых явлений при резании древесины, методику и результаты электрического моделирования температурных полей в клинках, а также результаты аналитических исследований влияния режимов резания и геометрии инструмента на температуру нагрева резака. На основании проведенных аналитических исследований в конце главы сделаны выводы.

В четвертой главе излагается методика и результаты экспериментального исследования нагрева дереворежущего инструмента, выполненных для экспериментальной проверки результатов аналитических исследований. В конце главы приведено обобщение результатов экспериментальных исследований.

В заключении подведены итоги исследований и даны рекомендации по практическому применению их в промышленности.

Диссертация изложена на 172 страницах машинописного текста, текст иллюстрируют 65 рисунков.

Состояние вопроса и задачи исследования

Наши предшественники в основном занимались теплофизикой резания металлов, исследованиям тепловых явлений при резании неметаллических материалов уделялось значительно меньше внимания. Большое значение изучению этого вопроса придается в последнее время.

Первые работы по теплофизике резания носили экспериментальный характер, т. е. аналитические исследования сопряжены были со

значительными математическими трудностями. Разнообразные работы были выполнены отечественными учеными Н.Н.Саввиным, Я.Г.Усачевым, А.М.Дангеляном, Н.И.Резниковым, М.Ф.Семко, А.А.Аваковым и другими.

В 1940 г. появилась первая теоретическая работа М.П.Левецкого, в которой автор, вводя ряд допущений, вывел формулу для нахождения средней температуры между стружкой и резцом. Затем появился целый ряд работ М.В.Касьяна, А.Я.Малкина, А.А.Дмитриева, Т.Н.Лоладзе, А.А.Авакова, М.И.Клушина, и зарубежных В.Леона, Б.Чоа, К.Тригера, И.Уэйнера и др., в которых были получены формулы для расчета средних температур на контактных поверхностях инструмента.

Из-за сложности решения дифференциального уравнения теплопроводности классическими методами авторами принимался ряд допущений, которые значительно упрощали реальный процесс, или приводили к решению, не удобному для практического применения.

В связи с разработкой метода источников в теории теплообмена, работы по теплофизике резания материалов получили дальнейшее развитие. Особенно большой вклад в разработку метода источников был внесен работами проф.А.Н.Резникова и его учеников. В этих работах математическая модель процесса значительно приближена к реальному процессу резания. Под руководством проф.А.Н.Резникова были выполнены разнообразные работы по электрическому моделированию тепловых явлений, возникающих в процессе резания.

Сочетание аналитического расчета и электрического моделирования позволило значительно облегчить расчет тепловых потоков и температур в зоне резания.

В работах зарубежных ученых метод источников тепла также получил распространение, об этом говорят работы Н.Джеффриса, Р.Веркла, А.Бяэкведа, В.Гейдта и др.

Исследованиям тепловых явлений при резании древесины занима-

лись многие советские ученые. Первые работы по определению температуры нагрева дереворежущего инструмента носили экспериментальный характер. Из этих работ необходимо отметить работы М.В.Троицкой, О.М.Яковлевой, К.И.Демьяновокого, Л.Ф.Мелехина, авторами получены первые и несомненно ценные данные по температурам нагрева дереворежущего инструмента. Затем появились работы Н.А.Зайцева, Р.А.Лейхтлинга, В.В.Ворожия, Е.И.Покручина. Работа Р.А.Лейхтлинга является наиболее капитальной работой по исследованию температуры нагрева дереворежущего инструмента. Автором проведена большая теоретическая и экспериментальная работа. При аналитическом исследовании температурного поля резаца автор принял следующую расчетную схему: резаец рассматривается как полуграниченное пространство, на поверхности которого действует плоский источник постоянной интенсивности. Поток тепла является одномерным и направлен только в резаец. Считая, что тепло трения значительно больше тепла деформации, последний не учитывают. Решая дифференциальное уравнение теплопроводности при граничных условиях первого рода, автор получает уравнение для расчета температуры в исследуемой точке резаца. Не умаляя несомненную научную ценность проделанной автором работы, необходимо отметить, что при аналитическом исследовании не учитывалось влияние теплообмена между стружкой и резацом, теплота деформации стружки также не учитывалась, температура на передней поверхности принималась распределенной равномерно, резаец рассматривался не как клин, а как стержень.

В.В.Ворожия и Е.И.Покручин, используя метод источников, получили уравнение для расчета температуры в любой точке сверла для линейного источника, переменной интенсивности.

При экспериментальном исследовании температуры нагрева дереворежущего инструмента наибольшее распространение получили два ме-

тогда измерения температур: метод искусственной термомпары, примененной М.В.Троицкой, О.М.Яковлевой, Н.А.Зайцевым и метод "шкалы твердости" в сочетании с микроструктурным методом. Метод искусственной термомпары в том виде, в каком он применялся, давал возможность измерять среднюю температуру в довольно большом объеме тела реза, температуры, замеренные этим методом, находились в пределах 200-300°С, горячий спай термомпары располагался на расстоянии не ближе 1 мм от режущей кромки инструмента. Однако наибольший интерес представляет определение температур в микрослоях контактных поверхностей и на режущей кромке инструмента. Для изучения этого вопроса в работах К.И.Демьянского, Л.Ф.Мелехина и Р.А.Лейхтлинга был применен метод "шкалы твердости" в сочетании с методом эталонов. Максимальные температуры, полученные авторами этими методами, лежат в пределах 1300°.

Из приведенного обзора методов измерения температур нагрева дереворежущего инструмента очевидно, что из непосредственных методов измерения метод искусственной термомпары может быть применен только лишь в том случае, если удастся изготовить микротермомпару, у которой размер чувствительного элемента (головки) был бы соизмерим с толщиной наиболее нагретого поверхностного слоя реза, необходимо вывести эту термомпару в поверхностные микрослои реза и обеспечить надежный контакт головки термомпары с нагретой поверхностью. Кроме того, при резании термомпара не должна разрушаться.

Из косвенных методов наиболее применим микроструктурный метод и метод "шкалы твердости". Однако, применяя эти методы необходимо учесть, что они применимы лишь к тем инструментальным материалам, в которых структурные изменения можно измерить количественно, кроме того, в интервале измеряемых температур должно проходить ощутимое изменение твердости.

Анализируя проведенные теоретические и экспериментальные ис-

следования по теплофизике резания древесины, необходимо отметить, что при теоретическом исследовании наиболее универсальным методом, дающим возможность учесть все тела, участвующие в процессе резания, является метод источников тепла. Однако применение этого метода опирается на исходные данные о силах трения на контактных поверхностях инструмента и законах их распределения. Поэтому представляет интерес получить уравнение распределения сил трения на контактных поверхностях инструмента, а затем, используя метод источников и электрическое моделирование, аналитически определить влияние основных параметров режима резания и геометрии инструмента на температуру его нагрева. В экспериментальной части работы представляет интерес измерить температуры на контактных поверхностях реза при помощи искусственной или полусинтетической термпары.

На основании проведенных исследований, предполагалось дать производственные рекомендации.

Исследование сил трения по передней поверхности резца

Для исследования распределения сил трения на передней поверхности резца мы использовали метод "разрезного резца". Суть метода состоит в том, что режущая часть резца, состоящая из двух частей, подвижной и неподвижной, позволяет замерять либо полную силу трения, либо ее части. Использование этого метода для исследования сил трения при резании древесины было ограничено тем, что из-за низкой чувствительности измерительной части резца, увеличиваясь зазор между подвижной и неподвижной частями режущей части, забивалась стружка, что резко искажало результаты измерений.

Применение полупроводниковых тензодатчиков типа КТЭ-3, обладающих большой тензочувствительностью, позволило резко уменьшить,

образующийся в процессе резания, зазор.

Экспериментальная установка была смонтирована на базе плоскошлифовального станка повышенной точности типа БФ71. В качестве обрабатываемого материала была взята древесина сосны, влажность 10%. Угловые параметры резца были следующими: передний угол - 30° , угол заострения - 45° , задний угол - 15° . Для записи силы трения мы использовали блок электронной аппаратуры, состоящий из стабилизированного источника постоянного напряжения, усилителя постоянного тока типа Ф301-8 и быстродействующего самопишущего прибора И-826-3. На основании проведенных исследований были получены значения сил трения на передней поверхности резца при продольном, поперечном и торцовом резании древесины сосны. Для полученных экспериментальных кривых были найдены уравнения связи. Формы кривых распределения сил трения, для продольного, поперечного и торцового резания древесины сосны приведены на рис. 1.

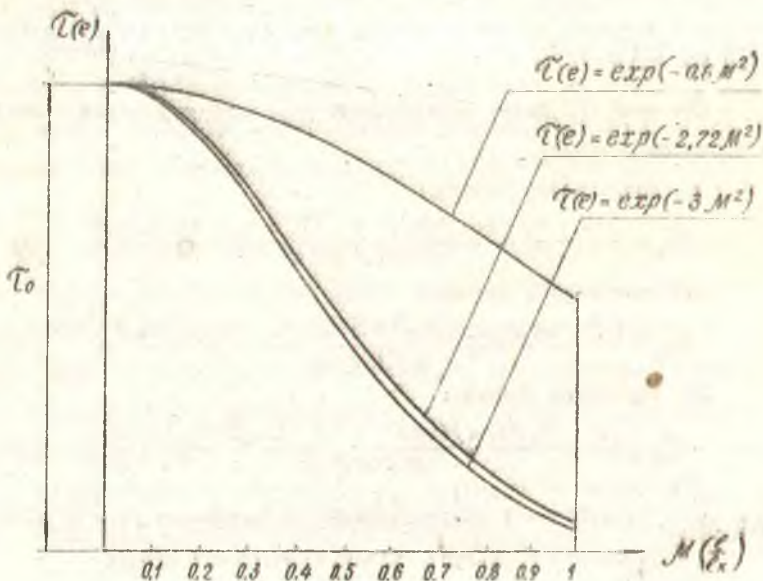


Рис. 1

Уравнения связи имеют следующий вид

Для продольного резания:

$$\tau(e) = \tau_0 \exp[-3M^2] \quad (1)$$

Для поперечного резания:

$$\tau(e) = \tau_0 \exp[-2,72M^2] \quad (2)$$

Для торцового резания:

$$\tau(e) = \tau_0 \exp[-0,6M^2], \quad (3)$$

где: τ_0 - удельная сила трения у режущей кромки;

$M = \frac{l}{l_n}$ - отношение, характеризующее долю участка l в общей длине контакта l_n ;

l_n - длина контакта стружки с передней поверхностью резца;

l - текущая координата по передней поверхности.

Из рис. I видно, что при продольном и поперечном резании формы кривых распределения сил трения близки между собой. Непосредственно у режущей кромки сила трения достигает максимального значения и по мере удаления от нее в сторону движения стружки уменьшается по величине.

Значение τ_0 может быть найдено из основных уравнений механики процесса резания.

Для продольного резания:

$$\tau_{01} = \frac{(P_y - N_3 \cos \alpha) \cos \beta + (P_z - F_{r,3} \cos \alpha) \sin \beta}{0,505 \beta \cdot l_n} \quad (4)$$

Для поперечного резания:

$$\tau_{02} = \frac{(P_y - N_3 \cos \alpha) \cos \beta + (P_z - F_{r,3} \cos \alpha) \sin \beta}{0,531 \beta \cdot l_n} \quad (5)$$

Для торцового резания:

$$\tau_{01} = \frac{(P_y - N_3 \cos \alpha) \cos \beta + (P_z - F_{r,3} \cos \alpha) \sin \beta}{0,814 \beta \cdot l_n} \quad (6)$$

P_y и P_z - нормальная и тангенциальная составляющие силы резания;

N_3 - нормальная сила по задней поверхности резца;

$F_{тз}$ - сила трения по задней поверхности резца;
 α и β - соответственно задний и передний углы резца.

Теоретическая часть

Аналитические зависимости позволяют проанализировать влияние различных факторов на величины и закономерности изменения температур при резании.

В реферируемой работе значение температур нагрева различных точек резца определялись на основании методологических положений работ проф. А. И. Резникова.

При схематизации процесса резания, тела, участвующие в процессе резания, были представлены следующим образом: стружка, как стержень, неограниченный по длине и толщине резец, как клин, обрабатываемое изделие, как полупространство. К этим телам прикладывались источники тепла, эквивалентные работам сил трения по передней и задней поверхностям резца, а также источник эквивалентный работе сил деформации. Кроме знания общей мощности источников тепла, необходимо найти итоговые тепловые потоки идущие в каждое из тел. Для решения этого вопроса мы воспользовались комбинированным методом, включающим в себя аналитический расчет и электрическое моделирование.

Суть комбинированного метода состоит в сопоставлении температур в характерных точках контактных поверхностей резца, полученных со стороны стружки по результатам аналитических расчетов, а со стороны резца по результатам электрического моделирования. Характерные точки выбираются в местах наибольших температур на основании экспериментальных данных. Применение электрического моделирования позволяет более просто получать значения температур в телах сложной формы, к которым приложены неподвижные источники тепла. Исследование

тепловых полей в режущем инструменте при помощи электрического моделирования основано на математическом сходстве дифференциальных уравнений теплопроводности и электропроводности. Для проведения моделирования мы использовали интегратор ЭГДА-9/60. В результате моделирования были получены безразмерные температурные поля в клиньях с углами заострения 35° , 45° , 55°

Численные значения температур в любой точке клина могут быть получены из следующего выражения:

$$\theta_x = \theta'_{max} N_1(x) + \theta''_{max} N_2(x), \quad (7)$$

где: θ_x - температура в точке x ,

θ'_{max} - максимальная температура в клине от источника по передней поверхности;

θ''_{max} - максимальная температура в клине от источника по задней поверхности;

$N_1(x), N_2(x)$ - безразмерные величины, полученные моделированием соответственно от источников по передней и задней поверхности.

По результатам аналитических расчетов и электрического моделирования были получены значения температур на контактных поверхностях и в теле-резца при различных значениях скорости резания и величины подачи для продольного и торцового резания древесины сосны.

На рис. 2 показано распределение температур на передней и задней поверхностях резца в зависимости от скорости резания при продольном и торцовом резании древесины сосны. Распределение температур дано в главной секущей плоскости, проходящей через середину режущей кромки, для резца с задним углом 15° . Наибольшая температура, при продольном резании, на поверхности контакта стружки с резцом находится на расстоянии $(0,1-0,2)l_n$ от режущей кромки. Объяснение этому явлению можно дать, рассматривая направление движения итоговых потоков теплообмена стружки с резцом, q_n и изделия с резцом, q_s . При работе острым инструментом с малыми площадками контакта по

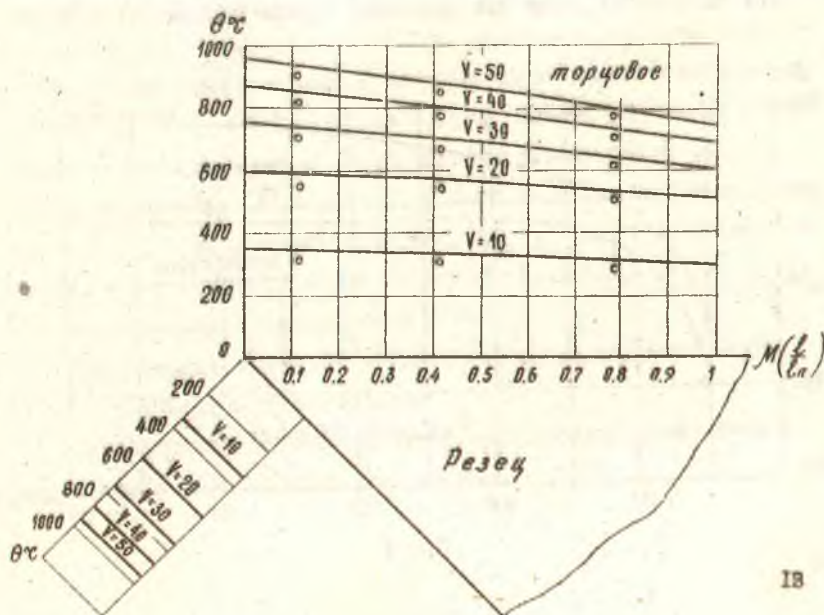
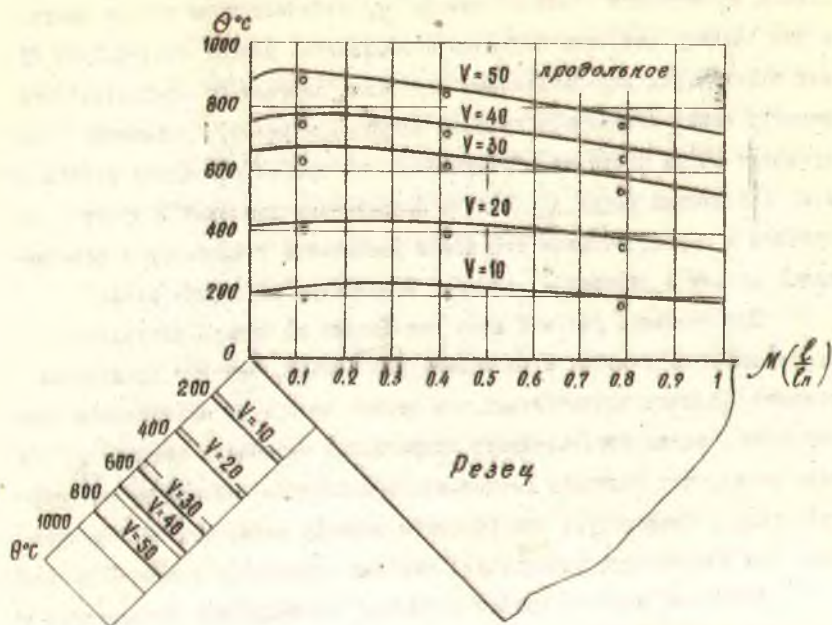


Рис. 2

задней поверхности значения потока q_2 получаются со знаком минус, а это значит, что зона передней поверхности, равная $(0,1-0,2)l_n$, будет охлаждаться обр. затываемым изделием. Картина распределения температур может измениться по мере затупления резца. Увеличение затупления резца приводит к увеличению сил трения по задней поверхности, а итоговый поток q_2 меняет направление движения и будет направлен в резец, вызывая тем самым увеличение температур в зоне режущей кромки и перемещая максимум температур на левые резца.

При торцовом резании доля сил трения по задней поверхности в суммарной силе резания в несколько раз больше, чем при продольном резании. Наличие значительных сил трения по задней поверхности при торцовом резании обуславливает направление теплового потока q_2 в тело резца, что вызывает расположение максимума температур на режущей кромке. Температура при торцовом резании выше, чем при продольном, что объясняется увеличением силовых параметров процесса резания.

На рис. 3. показан график изменения максимальной температуры на передней поверхности резца при изменении толщины стружки от 0,05 мм

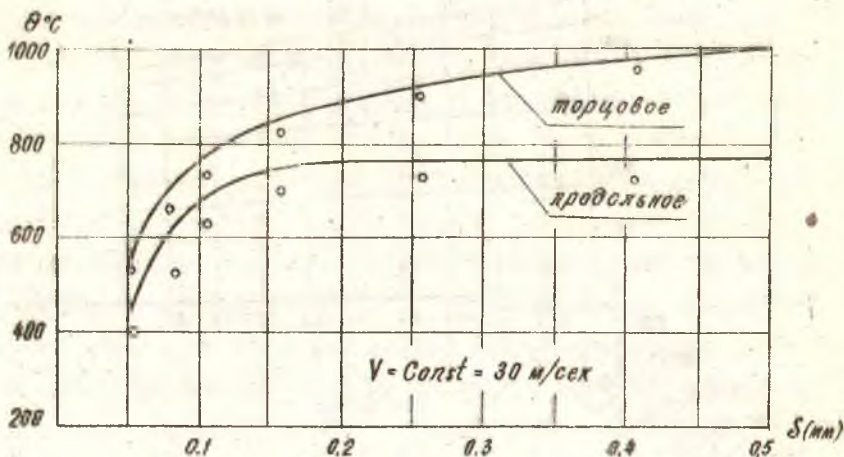


Рис. 3

до 0,5 мм, при продольном и торцовом резании древесины сосны. Расчеты показали, что рост температур на контактных поверхностях реза с увеличением толщины стружки вызван в основном увеличением мощности источника от сил трения по передней поверхности реза и менее значительно зависит от интенсивности теплового потока, представляющего теплоту деформации. Мощность источника от сил трения по передней поверхности в основном определяется величиной силы P_x при постоянной скорости резания, поэтому характер изменения силы P_x и графика температур рис. 3 схож. На рис. 4 приведены температурные поля в резах, полученные комбинированным методом для продольного и торцового резания древесины сосны при скорости резания 30 м/сек. и толщине стружки 0,1 мм. Распределение температур дано в главной секущей плоскости, проходящей через середину режущей кромки.

Из рисунков видно, что режущая часть инструмента нагрета неравномерно. Наиболее нагретой является зона до 0,3 ℓ от режущей кромки, причем, максимум температур, как отмечалось выше, может располагаться на расстоянии $\approx 0,2 \ell$ от режущей кромки или на самой режущей кромке (торцовое резание), в зависимости от интенсивности и направления итогового потока теплообмена по задней поверхности. По мере удаления от режущей кромки формы изотерм все больше приближаются к дугам окружностей, центр которых расположен на режущей кромке инструмента. В наших исследованиях были получены температурные поля в резах с углами заострения 35° , 45° , 55° . Необходимо отметить, что с уменьшением угла заострения увеличивается зона реза, охваченная высокими температурами.

На основании проведенных теоретических исследований можно сделать следующие основные выводы:

I. Наибольшее влияние на температуру нагрева реза оказывает скорость резания и величина угла встречи.

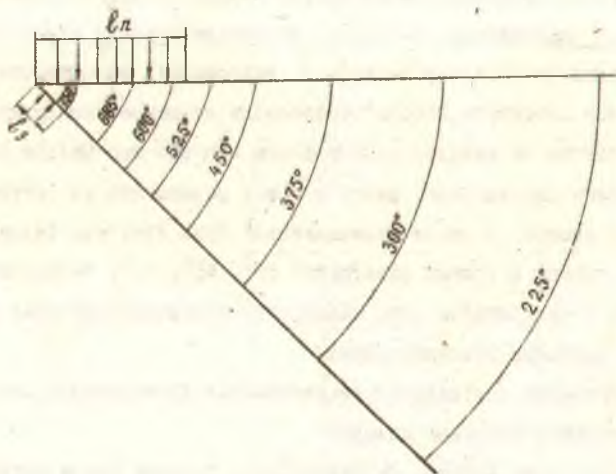
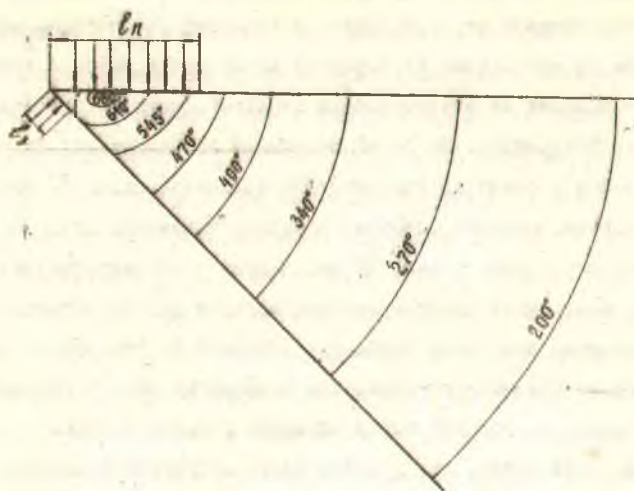


Рис. 4

2. Распределение температур на передней поверхности реза зависит от степени влияния потока по задней поверхности.

3. Изменение величины подачи от 0,05 до 0,2 мм вызывает интенсиное увеличение температуры нагрева режущей части, дальнейшее увеличение подачи практически на температуру реза не влияет.

4. С уменьшением угла заострения увеличивается зона реза, охваченная высокими температурами.

Экспериментальная часть

Целью наших экспериментальных исследований являлось экспериментальная проверка основных теоретических положений, полученных в теоретической части. Для измерения температур был изготовлен специальный резец из стали ШХ-15, конструкция которого позволяла укладывать в него семь проволочек микротермопар. На рис.5 показано расположение проволочек микротермопар в режущей части нашего реза. Горячий спай термопары образовывался путем покрытия передней и задней поверхности реза слоем электролитического железа. Таким образом получалась поддискусственная термопара константан - сталь ШХ-15. Толщина проволочек микротермопар составляла 40 мкм., проволоочки выходили на контактные поверхности реза, 4 проволоочки на переднюю поверхность и 3 проволоочки на заднюю поверхность. Путем переточек по передней и задней поверхностям можно было располагать проволоочки термопар на различном расстоянии от режущей кромки реза или на самой режущей кромке. Для проведения исследований была изготовлена экспериментальная установка, на базе токарного станка ТВ-4. Экспериментальная установка позволяла получать скорости резания от 10 до 50 м/сек, скорость подачи от 0,05 до 0,85 мм/об. Установка позволяла имитировать непрерывное и прерывистое открытое резание древесины. Для записи термо-э.д.с. термопар, установленных в резце, использовалась

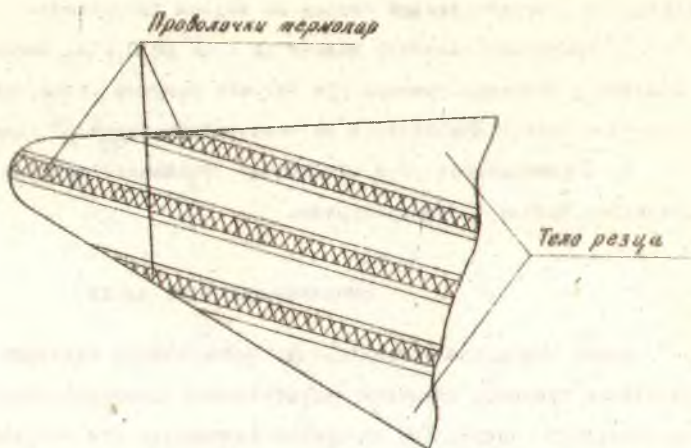


Рис. 5

электронная аппаратура, состоящая из многоканального транзисторного усилителя, постоянного тока - ТУП-101, светолучевого осциллографа ВСА-111Б, и плоскопрофильных гальванометров МГЭ6А.

Влияние скорости резания на температуру нагрева резца

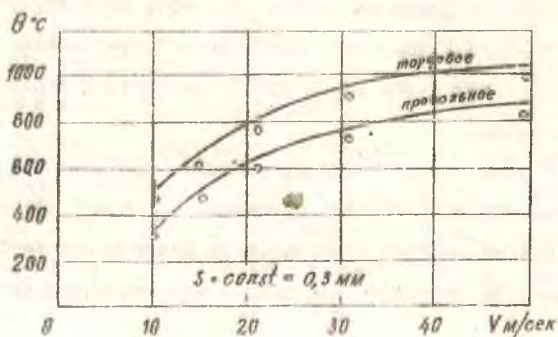
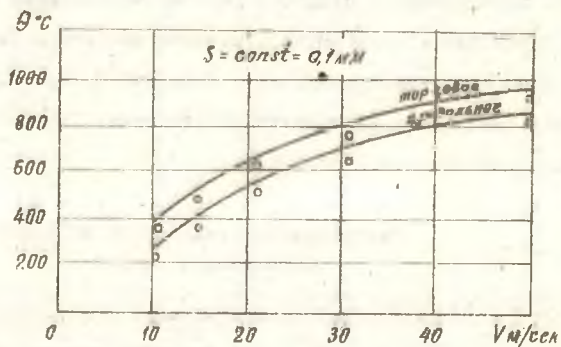
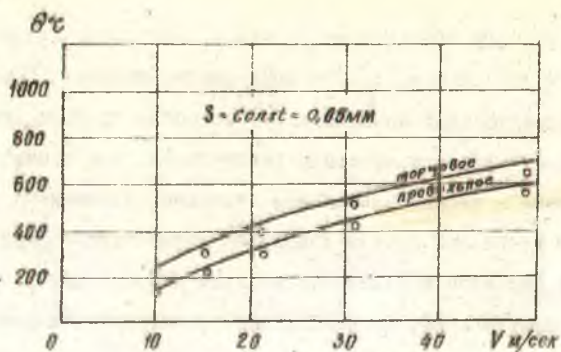
При проведении этой серии опытов скорость резания изменялась от 10 до 50 м/сек, величина подачи выбиралась с тем условием, чтобы получить значения температур при различных скоростях в зоне микроподач - $S = 0,05$ мм, в переходной зоне $S = 0,1$ мм и в зоне макроподач $S = 0,3$ мм. Направление резания было продольное и торцовое с отклонением угла острижи $\pm 10^\circ$. Обрабатываемый материал - соона,

влажность 10%. Резание непрерывное, открытое. Угловые параметры реза $\alpha = 15^\circ$; $\beta = 45^\circ$; $\gamma = 30^\circ$, ширина резания 10 мм. По результатам экспериментальных исследований построены графики, рис.6. На графиках сплошными линиями показаны температуры, полученные расчетным путем, а точками – экспериментальные значения, являющиеся среднеарифметической величиной десяти измерений. Сопоставляя результаты теоретических расчетов и экспериментальных исследований, можно отметить удовлетворительное их совпадение. Наибольшие отклонения теоретических значений температур от экспериментальных не превышает 15%. Эксперимент показал, что с увеличением скорости резания температура реза растет. Возникающая в процессе резания температура нагрева режущей части реза для исследуемого диапазона скоростей 10-50 м/сек и подачах 0,05-0,8 мм лежит в пределах 150-1000°C. При скоростях больше 30 м/сек темп роста температур замедляется. Температура при торцовом резании выше, чем при продольном.

Распределение температур на контактных поверхностях реза

При экспериментальном исследовании распределение температур на контактных поверхностях реза скорость резания изменялась от 10 до 50 м/сек, величина подачи была постоянной и равной 0,8 мм. Угловые параметры реза $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $\gamma = 30^\circ$. На рис.2 представлены графики температур, полученные в результате эксперимента на передней поверхности реза для продольного и торцового резания древесины осины.

С увеличением скорости резания, при продольном резании, максимум температур постепенно смещается к режущей кромке и обозначается более резкий перепад температур по длине контактной поверхности. Объяснение этим явлениям было дано в теоретической части на основании



рассмотрения движения итоговых потоков теплообмена q_1 и q_2 . При экспериментальном исследовании температур по задней поверхности на площадку контакта резца с изделием выходила только одна термопара, т.к. размер площадки контакта соизмерим с диаметром проволочки термомпар. Остальные две термомпары регистрировали температуру за пределами площадки контакта. Полученные значения температур по задней поверхности равны температурам на режущей кромке резца, что можно объяснить малыми размерами площадки контакта.

При торцовом резании максимум температур располагается на режущем лезвии.

Влияние величины подачи на температуру нагрева резца

Исследование проводилось при постоянной скорости резания - 30 м/сек, величина подачи изменялась от 0,05 до 0,6 мм. На рис. 3 представлена зависимость максимальной температуры на передней поверхности резца от величины подачи для продольного и торцового резания древесины сосны. Точки показывают значение температур, полученные экспериментально. Необходимо отметить, что с увеличением толщины стружки температура на передней поверхности растет неравномерно, рост температур при подачах от 0,05 до 0,2 мм более крутой, чем при подачах от 0,2 до 0,6 мм. Характер изменения температур при увеличении толщины стружки во многом похож на характер изменения силы P_x при увеличении толщины стружки.

Влияние заднего угла на температуру нагрева дереворежущего инструмента

Целью этой серии опытов является установление экспериментальной зависимости влияния заднего угла на температуру нагрева дереворежущего инструмента. Аналитически этот вопрос не решался в связи с

нехваткой данных о силах трения при различных задних углах. Условия опытов были следующие: скорость резания 10-50 м/сек; величина подачи 0,17 мм, направление резания продольное и торцовое, задний угол изменялся от 30° до $2,5^\circ$. Замер температур производился двумя термометрами, одна из них выходила на переднюю поверхность, вторая на заднюю поверхность резца. На рис. 7 показаны графики зависимости температуры от величины заднего угла резца. Уменьшение заднего угла до 10° не вызывает роста температур, при дальнейшем уменьшении заднего угла температура начинает круто расти, причем, чем выше скорость резания, тем круче растет температура. Характер кривых при продольном и торцовом резании похож. Необходимо отметить, что при проведении опытов с задними углами меньше 10° , мы не смогли провести все запланированные опыты, т.к. происходил очень интенсивный разогрев режущей части резца, который мог привести к выходу резца из строя. Интенсивный разогрев резца, на наш взгляд, объясняется следующими причинами: с уменьшением заднего угла от 30° до 10° , вероятно, не наблюдается значительного изменения сил трения по задней поверхности, при дальнейшем уменьшении заднего угла увеличивается площадь контакта по задней поверхности и, вероятно, увеличивается нормальное давление на заднюю поверхность, как следствие этого - возрастает сила трения, а с ней и температура. Высказанные предположения нуждаются в аналитической проверке.

Влияние прерывистого резания на температуру нагрева дереворезущего инструмента

В этой серии опытов сделана попытка определить температуры в слое толщиной до 10 мкм, при прерывистом резании древесины сосны. Условия опытов: скорость резания 10-50 м/сек, величина подачи - 0,17 мм. Отношение длительности холостого хода к рабочему $\epsilon = 1, 2, 4, 6, 20, 30$. Измерение температур производилось одной термопа-

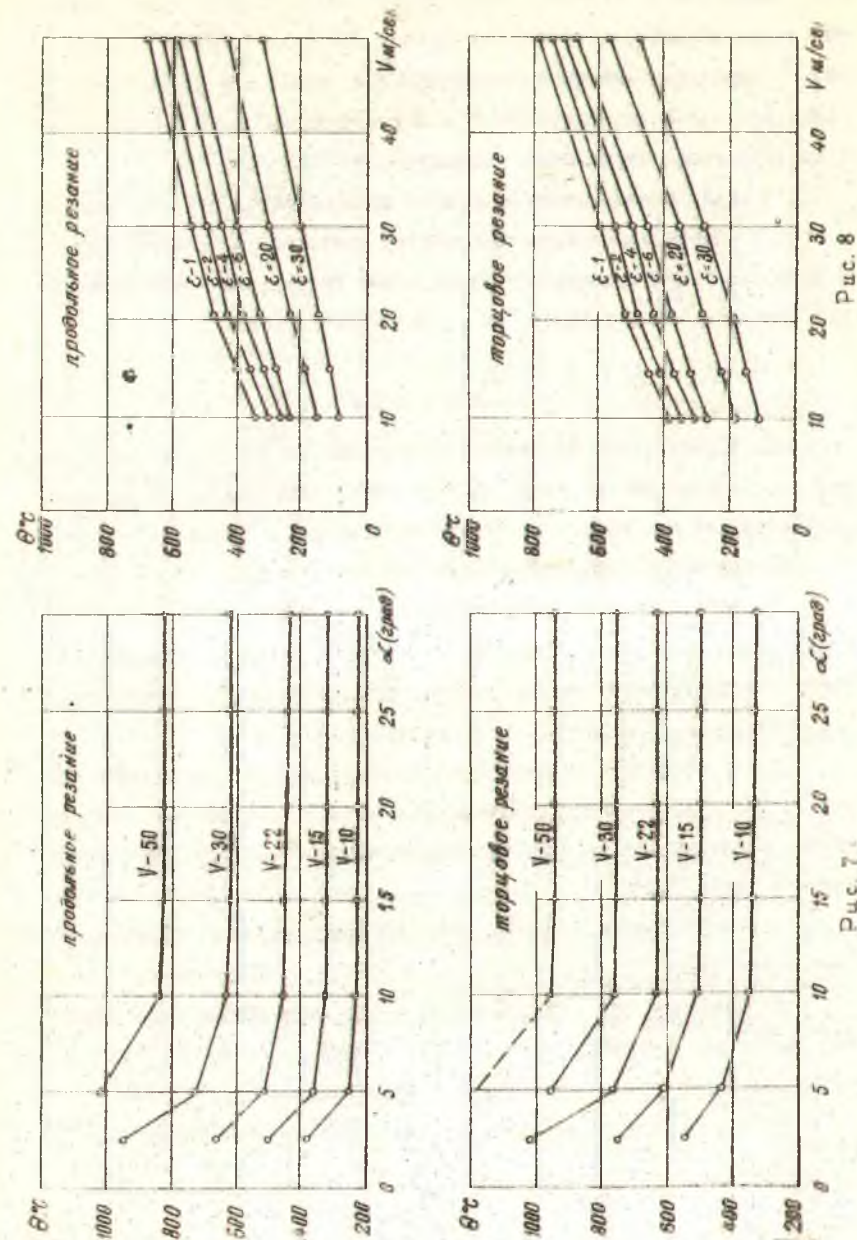


Рис. 8

Рис. 7

рой, выходящей на переднюю поверхность реза. Температуры, полученные таким образом, получались средними для слоя толщиной 10 мкм. На рис. 8 приведены значения температур, полученные при прерывистом резании для различных значений ξ . С увеличением длительности холостого хода температура реза снижается.

В наших опытах из-за некоторой инерционности термопар мы не смогли отдельно определить температуру холостого и рабочего хода. В действительности следует ожидать более высокие значения температур (температурных всплеск) во время рабочего хода.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований сил трения по передней поверхности реза получены уравнения, описывающие формы эпил распределения сил трения на передней поверхности реза при продольном, поперечном и торцовом резании древесины сосны.

2. Полученные значения сил трения позволили рассчитать мощность источников тепла, сделать схематизацию процесса резания, выбрать исходные уравнения для расчета температур со стороны стружки и изделия.

3. На основании проведенных аналитических исследований и электрического моделирования получены зависимости влияния скорости резания, величины подачи, направление резания на температуру нагрева режущей части реза.

4. Аналитически получены значения температур на контактных поверхностях реза.

5. Получены температурные поля в резах с углами заострения 35° , 45° , 55° . Установлено, что с уменьшением угла заострения увеличивается зона реза, охваченная высокими температурами.

6. Предложена конструкция реза для замера контактных темпе-

ратур при резании, при помощи полуйскуственной термопары.

7. Проведенные экспериментальные исследования с достаточной степенью точности подтвердили полученные теоретические зависимости.

8. Проведенные экспериментальные исследования влияния величины заднего угла на температуру нагрева инструмента показали, что с уменьшением заднего угла от 30° до 10° температура нагрева резца почти не изменяется, дальнейшее уменьшение заднего угла до $2,5^{\circ}$ вызывает интенсивный рост температур.

9. Экспериментальные исследования температуры нагрева резца при прерывистом резании показали, что температуры при прерывистом резании ниже, чем при непрерывном, и зависят от отношения длительности холостого к рабочему ходу.

10. На основании проведенных исследований даны производственные рекомендации по выбору материала резцов, с точки зрения теплотехники резания, геометрии инструментов, материала припая и толщину пластинки для составного инструмента.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1. Исследование процесса резания древесины в области подач от 2 до 150 микрон с помощью кремнистых тензорезисторов, IУ научно-техническая конференция аспирантов соискателей и молодых специалистов деревообрабатывающей промышленности. Киев, 1971.

2. Установка для исследования сил трения на площадке контакта резец-стружка. "Механическая технология древесины". Минск, 1973, вып. 3.

3. Исследование сил трения по задней поверхности резца, "Механическая технология древесины". Минск, 1973, вып. 3.

4. Исследование нагрева контактных поверхностей резца при ре-

зании древесины. Материалы научно-технической конференции молодых специалистов и ученых. Киев 1973, вып. I.

5. Резец для измерения температур при обработке древесины. Лесной журнал № 2, 1978.

6. Исследование нагрева и теплового износа дереворежущего инструмента. Материалы к краткосрочному семинару "Совершенствование конструкций дереворежущих инструментов, методов их подготовки и эксплуатации", Л., 1978.

Результаты работы были доложены:

1. На научно-технических конференциях БТИ им. С. М. Кирова 1971, 1972, 1973 гг.

2. На Всесоюзной научно-технической конференции молодых специалистов и ученых г. Киев, в 1971, 1973 г.

3. На краткосрочном семинаре "Совершенствование конструкций дереворежущих инструментов, методов их подготовки и эксплуатации", Ленинград, 1978.