

Проблемы профессионального образования и инжиниринга в деревообработке

Глебов И.Т., Кузнецов А.И., Щепочкин С.В.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

ОСНОВОПОЛОЖНИКИ НАУКИ О РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

FOUNDERS OF A SCIENCE ABOUT WOOD CUTTING

И.А. Тиме. Основоположником науки о резании древесины считается русский ученый Иван Августович Тиме [1] профессор Петербургского горного института, опубликовавший в 1870 г. исследовательскую работу “Сопrotивление металла и дерева резанию”, выполненную на Луганском заводе. В этой книге изложены результаты опытов по срезанию стружек и теория процесса резания. И.А. Тиме впервые дает определение процесса резания, приводит классификацию стружек, объясняет явление усадки стружки (изменение размера в результате пластического деформирования), доказывает, что толщина и ширина срезаемого слоя по-разному влияет на работу резания. На основании экспериментальных исследований установлена зависимость между силой резания и размерами срезаемого слоя, показана периодичность процесса стружкообразования и “угол действия” при отделении элемента стружки. Им учитывалось волокнистое строение древесины и предложено рассматривать торцовое, продольное и поперечное резание.

Для расчета силы резания F_x им была предложена формула

$$F_x = Kba,$$

где K – удельная работа резания, Дж/см³; b , a – ширина и толщина срезаемой стружки, мм.

Сначала И.А. Тиме считал, что для данного обрабатываемого материала значение K постоянно, и сила резания изменяется по величине пропорционально значениям ширины и толщины стружки. Позднее в сочинении “Основы машиностроения” он пересмотрел свои взгляды. Найдя массу стружек, приходящуюся на единицу работы, он делает вывод, что для образования мелких стружек расходуется больше работы, нежели для образования крупных стружек. Удельная работа резания должна уменьшаться с увеличением толщины стружки. При этом толщина и ширина срезаемого слоя влияют на силу резания по-разному.

Таким образом, И.А. Тиме первым из исследователей пришел к правильному выводу, что ширина и толщина срезаемого слоя оказывают разное влияние на силу резания.

И.А. Тиме изучал процесс резания при малой скорости резания, наблюдал за процессом невооруженным глазом, измерял силу резания навешиванием грузов на плечо рычага.

И.А. Тиме (1838, Златоуст – 1920, Петроград) – выдающийся деятель отечественной горной науки, один из основоположников русской школы машиностроителей, создатель горнозаводской механики, профессор (с 1870).



И.А. Тиме



И.А. Тиме

И.А. Тиме в Златоусте учился музыке, любил игру на скрипке. В 1851 г. поступил во второй класс Института корпуса горных инженеров, по окончании которого работал на золотых приисках Германии, Австрии, Бельгии, Франции, Англии. В 1859 – 66 г.г. работал на заводах Урала, а в 1866—70 на заводах Донбасса. В 1866 г. строил Лисичанский металлургический завод в Донбассе. Выполняя поручения Горного департамента, изучал вопрос об использовании водной энергии в русской горной промышленности Урала и Олонцкого края, в 1898 г. обследовал водопады Кивач, Порт-Порог, Гирвас, Сунский в Карелии. Опубликовал более 600 научных трудов, оставивших глубокий след в отечественной науке и технике. Основоположник горнозаводской механики как науки. И.А. Тиме разработал ее курсы, а также курсы гидравлики, паровых машин и котлов, признанные в свое время классическими. Установил приоритет России в создании теории резания металлов и дерева. Самые известные его книги: “Горнозаводская механика” (1879), “Практический курс паровых машин” в 2 томах (1886—1887), “Курс гидравлики” в 2 томах (1892—1894), “Основы машиностроения” (т. 1—2, 1883—85).

Работы “Сопротивление металлов и дерева резанью” (1870), “Мемуар о строгании металлов” (1877) и “Образование стружек при пластичных материалах” (1884) сыграли важную роль в создании теории резания металлов и дерева.

П.А. Афанасьев. В 1886 г. Выходит книга П.А Афанасьева “Курс механической технологии дерева”, в которой при анализе процесса стружкообразования использованы методы науки сопротивления материалов. В книге уточняется форма эпюры давлений стружки на резец. П.А. Афанасьев впервые указывает на роль трения в процессе резания.

В отличие от И.А. Тиме П.А. Афанасьев считал, что давление обрабатываемого материала на переднюю поверхность распределено неравномерно, и что наибольшее давление имеет место у режущей кромки, а в точке входа в древесину оно равно нулю.

Давление от нуля до максимума изменяется по линейной зависимости, поэтому эпюра нормальных давлений имеет форму треугольника (рис. б).

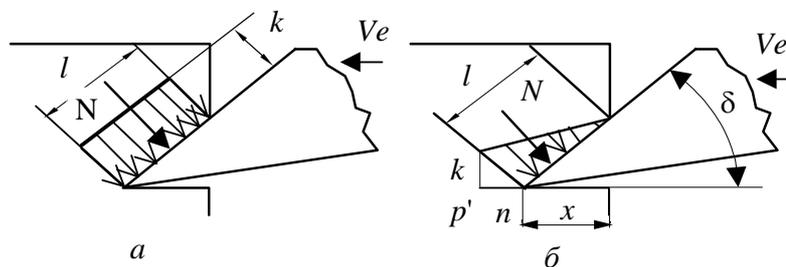


Рисунок – Эпюры нормальных давлений материала на переднюю поверхность лезвия: *a* – по И.А. Тиме; *б* – по П.А. Афанасьеву

К.А. Зворыкин. Заметное место в науке о резании древесины занимают работы К.А. Зворыкина, особенно книги “Работа и усилие для отделения металлических стружек” и “Курс механической технологии дерева” (1894 г.)



К.А. Зворыкин

В своих работах К.А. Зворыкин делает попытку выяснить влияние площади сечения стружки на усилие резания при постоянной толщине и переменной ширине стружки. Результаты опытов показали, что работа резания пропорциональна объему снятых стружек, следовательно, сила резания изменяется пропорционально ширине стружки. Совсем другие результаты получились, когда сечение стружки изменялось только за счет толщины ее. Работа резания изменялась непропорционально толщине стружки. К.А. Зворыкин отмечает, удельная работа резания “не есть величина постоянная, а, напротив, переменная и уменьшается с увеличением толщины стружки”.

К.А. Зворыкиным проведено 230 экспериментов, на основании которых получена эмпирическая зависимость для определения удельной работы резания

$$K = K^* / a^{0,33},$$

где K^* – постоянный коэффициент.

Так, К.А. Зворыкин первым из исследователей экспериментально доказал, что удельная работа резания убывает с увеличением толщины стружки, подтвердив таким образом правильность взглядов И.А. Тиме.

Я.Г. Усачев. Точность исследования процесса резания зависит от уровня средств измерения. Значительное развитие методов и средств измерения получило в работе Якова Григорьевича Усачева “Явления, происходящие при резании металлов”. Он изучал процесс резания металлов при промышленных скоростях, фотографируя обработанные поверхности и поверхность стружки через микроскоп. Силу резания изме-

рля сконструированным им механическим динамометром. Для определения температуры поверхности резца использовал термопару. При этом для измерения количества тепла в срезанной стружке он использовал калориметр, в который сбрасывал стружку сразу после ее отделения.



Я.Г. Усачёв

Я.Г. Усачев (1873 - 1941) - физик, специалист в области резания металлов. Родился в с. Никольском Курского района в крестьянской семье. Получил трёхклассное образование в церковноприходской школе, затем учился у кустаря-ремесленника. Самостоятельно изучил высшую математику, физику, прикладную механику и металловедение.

Известный в Курске профессор В. В. Скобельцын помог Я.Г. Усачеву устроиться механиком в Высшее горное училище Екатеринослава, а в 1902 - мастером в руководимую им физическую лабораторию Петербургского политехнического института.

В 1912 г. Я.Г. Усачев создал динамометр оригинальной конструкции, при помощи которого многие ученые проводили исследования металлов. Ему принадлежит также приоритет в создании термопары для измерения температуры рабочей части резца и изучения тепловых явлений в процессе резания металлов.

За вклад в развитие советской науки и техники в 1936 г. Я.Г. Усачев был награждён орденом Ленина. До самой смерти продолжал трудиться в одном из НИИ Ленинграда.



А.Н. Челюскин

А.Н. Челюскин. В 1925 г. выходит в свет работа А.Н. Челюскина "Влияние размеров стружки на усилие резания металлов", которая, по словам автора, является "результатом критической обработки главнейших сочинений, относящихся к вопросу резания металлов на станках, а также собственных изысканий и опытов автора в этой области". А.Н. Челюскин цифрами и графиками подтвердил неодинаковое влияние ширины и толщины срезаемого слоя на силу резания.

М.А. Дешевой. Михаил Александрович Дешевой в работе "Механическая технология дерева" (1934 г.) [4] изложил оригинальную, глубоко разработанную и мето-

лично построенную научную теорию резания древесины. Как и И.А. Тиме, он, применяя методы механики в анализе процесса стружкообразования при резании, установил связи между сопротивлением древесины резанию и показателями ее механических свойств. Были разработаны более совершенные методы расчета мощности и производительности деревообрабатывающих машин.



М.А. Дешевой

Анализируя исследования И.А. Тиме проф. М.А. Дешевой пришел к выводу, что сила резания равна сумме двух сил: одной, затрачиваемой на срезание материала режущей кромкой, и другой – на сжатие его в стружке. При этом первая составляющая силы резания не зависит от толщины стружки. Это важнейший вывод, используемый в работах всех последующих ученых.

В тридцатых годах выполняются первые исследовательские работы А.Э. Грубе, А.Л. Бершадского, С.А. Воскресенского, Ф.М. Манжоса, Е.Г. Ивановского. Научными трудами этих ученых мы широко пользуемся в настоящее время.

С.А. Воскресенский, доктор техн. наук, профессор. В работах Сергея Александровича Воскресенского развиваются идеи М.А. Дешевого в применении методов механики в анализе процессов резания. Большое внимание при этом уделяется выявлению эпюры нормальных давлений в зоне резания и определению силы резания. Одной из главных черт теории С.А. Воскресенского является расчленение силы резания на составные части. Приступая к анализу отдельных частей, С.А. Воскресенский отмечал, что между процессами, происходящими по отдельным зонам, существует тесная неразрывная связь. Однако при синтезе сила резания представляется им как сумма трех сил [5, 6]: силы надрезания $F_{хн}$, силы деформации стружки $F_{хд}$ и силы резания по задней грани $F_{хз}$.

В этой сумме сил остается неясной функция отдельных составных частей в целом процессе резания, так как они изолированы друг от друга и не взаимосвязаны между собой. Это послужило поводом для критики теории С.А. Воскресенского другими учеными. А.Л. Бершадский замечает по этому поводу, что условность разделения резца и его работы на самостоятельно выделенные слагаемые, допустимая для общих предварительных рассуждений, совершенно не допустима для распространения ее на расчетную практическую формулу. Процесс резания неделим. В нем нет границ раздела между отдельными процессами. Наоборот, один процесс действует на другой, связь между процессами интегральная, а не арифметическая. Следовательно, изолированные независимые слагаемые не отражают реальную сущность процесса резания.

Анализируя книгу С.А. Воскресенского по резанию древесины, Е.Г. Ивановский писал [7], что применение только одного механико-математического метода сдерживает развитие науки о резании. Резание древесины есть одно из самых сложных фи-

зических явлений. Именно так надо подходить к его изучению. Такое понимание метода исследования не предполагает открытия новых физических законов, но требует выявления характера действия известных законов при резании. Начала механики материалов помогают выявить ряд закономерностей резания, но не все, и поэтому нельзя ограничиваться только ими.

А.Л. Бершадский, доктор техн. наук, профессор. Александр Львович Бершадский – основоположник физико-технологического метода изучения процесса резания древесины. На протяжении всей своей жизни он непрерывно совершенствовал метод расчета режимов резания. Для определения величины удельной работы резания K он воспользовался формулой К.А. Зворыкина, записав ее так:

$$K = K^0 / a^m,$$

где m – коэффициент, характеризующий степень роста K .

С 1940 г. эта формула прочно вошла в методику расчета, она оказалась удобной и дала ответы на запросы практики.

Однако такой метод не позволяет определить другие составляющие силы резания, например радиальную силу резания.

В 60-х годах, опираясь на результаты исследования древесины в замкнутом пространстве и допуская, что деформирование срезаемого слоя передней гранью лезвия происходит в области постоянных давлений, А.Л. Бершадский устанавливает взаимосвязь касательной силы резания с толщиной среза при ширине среза 1 мм. Рождается общий закон резания древесины, который стал базой современного физико-технологического метода расчета режимов резания.

А.Л. Бершадским выполнено много научных трудов. Основные из них – “Резание древесины” (1956 г. и 1975 г. в соавторстве с Н.И. Цветковой), “Справочник по расчету режимов резания древесины” (1962 г.), “Расчет режимов резания древесины” (1967 г.). Опираясь на результаты экспериментов и понимание физической природы процесса резания, А.Л. Бершадский создал и постоянно уточнял расчетный метод. Этот метод получил широкое распространение в инженерной практике.



А.Л. Бершадский

А.Л. Бершадский руководил факультетом механической технологии древесины Архангельского лесотехнического института (1934-1941 г.г.), заведовал кафедрой механической технологии древесины Белорусского лесотехнического института (1946-1959 г.г.), работал на кафедре станков и инструментов Московского лесотехнического института.

А.Э. Грубе, доктор техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР (1907 - 1974). Александр Эдуардович Грубе – крупнейший специалист в области деревообработки и, прежде всего, в области дереворежущего инструмента. Возглавляя кафедру станков и инструментов Ленинградской лесотехнической академии, А.Э. Грубе выполнял научно-исследовательские работы по пиленю круглыми пилами, по проблемам дереворежущего инструмента, по выводу эмпирических расчетных формул для управления режимами обработки древесины на станках.



А.Э. Грубе



Основные научные труды А.Э. Грубе – “Станки и инструменты” (1949 г.), “Дереворежущие инструменты” (1958 г.), “Дереворежущие инструменты с поастинками из твердого сплава” (1963 г.).

Ф.М. Манжос, доктор техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Федор Матвеевич Манжос – человека широкого кругозора. С 1944 г. с момента образования кафедры станков и инструментов Московского лесотехнического института заведовал ею. Только в последние годы жизни переехал жить в г. Киев и работал заместителем директора по научной работе УкрНИИМОД.

Самой близкой темой научных исследований Ф.М. Манжоса была тема фрезерования древесины и древесных материалов. По этой теме он защитил диссертацию кандидата технических наук. Диссертацию доктора технических наук в 1952 г. он защитил по основным вопросам точности механической обработки древесины. Основные труды Ф.М. Манжоса – “Фрезерные станки и их эксплуатация” (1940 г.), “Резание древесины. Энциклопедический справочник” (1949), “Точность механической обработки древесины” (1959 г.), “Дереворежущие станки” (1963 г. и 1974 г.).

Е.Г. Ивановский. Евгений Григорьевич Ивановский, профессор кафедры станков и инструментов Ленинградской лесотехнической академии разработал физическую теорию резания древесины, изложенную в книге “Резание древесины” (1975 г.).

С физической точки зрения резание есть совокупность процессов образования новых поверхностей, деформирования и трения в системе резец – заготовка. Этим процессам в книге уделено много внимания. Приведены сведения о механизме и количественной оценке преобразования механической энергии в тепловую, электрическую, о приращении энергии молекул; о методах и средствах измерения механических и физических величин, характеризующих энергетику и качество поверхностей резания. Аналитически получено важное условие организации установившегося процесса резания. Для его совершенствования предложено в зону резания вводить дополнительную энергию, препятствующую переходу потенциальной энергии сжатой древесины в кинетическую. Этот прием позволяет организовать установившийся процесс резания при высоких скоростях резания и получить качественную поверхность обработки.

В заключение отметим, что резание древесины – сложный процесс. Его сложность обусловила появление разных направлений в развитии теории резания этого материала.

В итоге научных дискуссий по теории резания древесины, состоявшихся в Ленинграде (1952 г.) и в Москве (1953 г.), было установлено, что уже в то время наука о резании древесины развивалась по трем направлениям.

Первое направление применяет метод механико-математического анализа процесса резания. Это школа И.А. Тиме, М.А. Дешевого, С.А. Воскресенского. Ученые этой школы переносят методы науки о сопротивлении материалов на анализ действия сил и поведения стружки в процессе резания древесины.

Второе направление развивает физическую теорию резания древесины. Процесс резания рассматривается как физический. Изучаются, прежде всего, процессы упругого и остаточного деформирования древесины, трения на молекулярном уровне, влияние на эти процессы скорости резания. Это направление представлено школой В.Д. Кузнецова и Е.Г. Ивановского.

Третье направление использует физико-технологический метод, математически обобщающий экспериментальные данные процессов резания в эмпирические формулы, пригодные для практических расчетов. Формулы объединяют физические и технологические параметры. Это школа А.Л. Бершадского.

Между указанными тремя теориями резания нельзя провести четких границ. Они части одной теории, дополняющие и обогащающие друг друга, объединенные единством цели.

Таким образом, научные труды основоположника науки о резании древесины И.А. Тиме дали возможность целой плеяде русских ученых (П.А. Афанасьеву, К.А. Зворыкину, А.Н. Челюскину, Я.Г. Усачеву, М.А. Дешевому, А.Л. Бершадскому, А.Э. Грубе, Ф.М. Манжосу, С.А. Воскресенскому, Е.Г. Ивановскому и многим другим) создать отечественную российскую школу обработки древесины резанием. Эта школа занимает сейчас ведущее место в мире.

Библиографический список

1. Панченко К.П. Русские ученые – основоположники науки резания металлов. Жизнь, деятельность и избранные труды И.А. Тиме, К.А. Зворыкина, Я.Г. Усачева, А.Н. Челюскина. – М., 1952. – 220 с.

2. Шухардин С. В., Иван Августович Тиме (1838—1920), М.— Л., 1951.
3. Усачев Я.Г. Явления, происходящие при резании металлов. – “Вестник инженеров”. Т. II, 1916, №1-2.
4. Дешевой М.А. Механическая технология дерева. – Л.: Гостехиздат, 1934-1939. – Т. I-III.
5. Воскресенский С.А. О разграничении силы среза и давления на стружку: Сб. науч.-исслед. Работ. – Архангельск, ЦНИИМОД, 1940.
6. Воскресенский С.А. Резание древесины. – М.: Гослесбумиздат, 1955.– 250 с.
7. Ивановский Е.Г. Книга о резании древесины//Деревообрабатывающая промышленность. – 1956. – №5. – С. 28.

Карапетян М.А., Раевская Л.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ТВОРЧЕСТВА СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

THE STUDENT PROFESSIONAL CREATION DEVELOPMENT IN THE COURSES OF SPECIAL SUBJECTS

В соответствии с государственным стандартом высшего профессионального образования для направления 270200 «Транспортное строительство» инженер путей сообщений при решении профессиональных задач, кроме всего прочего, способствует развитию творческой инициативы, рационализации, изобретательства. Отсюда следует одна из важнейших задач высшей школы – развитие профессионального творчества студентов в процессе обучения. Решение этой задачи невозможно без творческого подхода к изложению материала дисциплин самими преподавателями. Использование в учебном процессе творчества помогает решать задачи, поставленные и перед преподавателями, и перед студентами.

Кафедрой сопротивления материалов и теоретической механики (СМ и ТМ) УГЛТУ проводятся занятия по восьми дисциплинам – естественнонаучным, общепрофессиональным, специальным. В настоящей работе нам хотелось бы поделиться опытом творческого подхода при изучении таких специальных дисциплин, как «Основы архитектуры и строительные конструкции» (ОА и СК).

В дисциплине ОА и СК стандартом предусмотрено изучение основ и приемов архитектурной композиции, объемно-планировочных, композиционных и конструктивных решений зданий, комплексов, что в дальнейшем используется студентами при выполнении курсовой работы на III курсе лесоинженерного факультета специальности «Автомобильные дороги и аэродромы».

Тема курсовой работы – «Тепловой расчет ограждающих конструкций промышленных одноэтажных отапливаемых зданий». Для выполнения работы каждому студенту выдается задание, содержащее типовой проект предприятий, зданий и сооружений, с планом на отметке 0,000 и экспликацией помещений с указанием их площадей. При выполнении задания студенты делают расчет толщины несущих стен и перекрытий