

УДК 621.941.1

**90 лет научной школе резания металлов и режущих  
инструментов на кафедре МТ-2**

С.В. Грубый

**90 years of the scientific school of cutting metals and cutting tools at  
the department of МТ-2**

S.V. Grubyi

Кафедра «Инструментальная техника и технологии» (МТ-2) является одной из старейших в МГТУ им. Н.Э. Баумана и одной из первых в отечественном университетском образовании, где готовят инженеров, магистров и специалистов высшей квалификации в области резания материалов, режущих инструментов, физико-технических методов обработки. За 90 лет своего существования кафедра прошла большой эволюционный путь, что отражалось в ее названии: Теория резания металлов, Теория резания металлов и инструментальное дело, Теория резания металлов и инструментальное производство, Теория механической обработки и инструмент, Процессы и инструментальные системы механической и физико-технической обработки. Изменение названий показывает, что кафедра постоянно находится в пределах одной предметной области, начало которой заложили, начиная с восьмидесятых годов девятнадцатого века русские ученые: И.А. Тиме, К.А. Зворыкин, А.А. Брикс, Я.Г. Усачев, А.Н. Челюсткин и ряд других профессоров учебных заведений России [1]. Для исследования процесса резания металлов в Императорском московском техническом училище (ИМТУ) в 1909 году на базе ранее существовавших мастерских была создана лаборатория резания металлов. В 1929 года была проведена реконструкция лаборатории и организована кафедра «Резание металлов». В этом же году при кафедре

создается «Лаборатория рациональной обработки металлов» – РОМ, которая сыграла большую роль в становлении учебной и научной школы.

Первый коллектив кафедры формировался из наиболее способных молодых специалистов, окончивших в то время механический факультет МММИ и аспирантуру – Г.И. Грановский, П.П. Грудов, И.И. Ененко, М.Н. Ларин, К.И. Жембровский, Д.С. Маслин, Е.К. Зверев и др. Возглавил кафедру и руководил ею в период 1929 –1950 г.г. И.М. Беспрозванный, доктор технических наук, профессор, лауреат Сталинской премии.

Исторические этапы развития кафедры, совершенствования науки и учебного процесса отражены в ряде литературных источников, среди которых: сборник статей под редакцией профессора Г.И. Грановского к 25-летию кафедры [2]; сборник статей под редакцией профессора А.Е. Древаля к 70-летию кафедры [3]; статья А.Е. Древаля в сборнике к 150-летию факультета Машиностроительные технологии [4]. Г.И. Грановский возглавлял кафедру в период с 1950 по 1982 г.г., А.Е. Древаль – с 1991 по 2018 г.г.

В 30-е годы XX столетия были начаты, а в последующие годы продолжены и расширены фундаментальные исследования, создавшие научную основу школы резания металлов и режущих инструментов в МВТУ им. Н.Э. Баумана. Заведующим кафедрой И.М. Беспрозванным создан фундаментальный цикл «Резание металлов», включающий лекции, лабораторный практикум, семинары и другие виды учебных занятий [5–8]. Сформирована основная предметная часть цикла: геометрия режущей части инструментов, параметры сечения срезаемого слоя; физические основы учения о резании металлов (деформация материала, нарост, микрогеометрия обработанной поверхности, теплота и влияние факторов на температуру резания; усилия при резании; скорость резания и стойкость инструмента; обрабатываемость материалов; рациональные режимы обработки). Отмеченные предметные составляющие углубленно рассматривались и изучались на

протяжении последующих лет и не потеряли свою актуальность до настоящего времени.

В связи с интенсивным развитием машиностроения в период индустриализации на государственном уровне принято решение и создана Комиссия по резанию металлов (1935 – 1941 г.г.). В работе Комиссии (председатель профессор Е.П. Надеинская) участвовало большинство отечественных ведущих специалистов в области металлообработки. Лаборатория РОМ стала базовой при комиссии. Исследования отдельных видов обработки возглавили преподаватели кафедры: Г.И. Грановский исследовал процессы резьбонарезания, М.Н. Ларин – фрезерования, П.П. Грудов и Е.К. Зверев – точения, ответственными исполнителями были Л.А. Рождественский и другие.

С первых дней Великой отечественной войны лаборатория РОМ превратилась в цех военного завода МВТУ. Все руководители групп Комиссии по резанию и работавшие с ними помощники (Л.А. Рождественский, Д.Л. Юдин, Е.К. Зверев, С.Л. Каменкович и другие) были командированы на оружейные заводы в города Ижевск, Пермь, Подольск, Загорск для внедрения руководящих материалов по режимам резания и заточке режущих инструментов. За внедрение передовых методов обработки, обеспечивших высокую производительность и качество при изготовлении боеприпасов, лауреатами Сталинской премии стали И.М. Беспрозванный, М.Н. Ларин, С.Л. Каменкович, Л.А. Рождественский.

Инструментальная часть научной школы кафедры развивалась все годы ее существования. В 1932 году введен и прочитан курс лекций «Расчет и конструирование режущего инструмента». Особо выделяется фундаментальная работа профессора Г.И. Грановского «Кинематика резания», в которой рассмотрены основные вопросы кинематики резания, дан обзор прин-

ципиальных кинематических схем и соответствующих им траекторий относительного рабочего движения, исследованы кинематические схемы обработки тел вращения методом протягивания [9]. Профессор М.Н. Ларин всесторонне исследовал процессы фрезерования. Показал и обосновал понятие оптимальных геометрических параметров режущей части инструментов и их влияние на процесс стружкообразования, точность обработки, вибрации, шероховатость и наклеп, стойкость инструмента, направление отвода стружки [10-12]. Доцент Е.Д. Баклунов руководил экспериментальными исследованиями по протягиванию, детально рассмотрел вопросы конструкции, технологии изготовления и эксплуатации протяжек [13].

В монографии по фасонным резцам обобщены многолетние исследовательские работы, проведенные на кафедре под руководством Г.И. Грановского и К.П. Панченко [14]. Приведены результаты теоретического анализа и экспериментальной проверки точности фасонных резцов различных типов. Рассмотрены износ и стойкость этих инструментов, динамика резания, особенности процесса образования тонких стружек и нароста. Изложена технология обработки фасонных поверхностей на профильно-шлифовальных станках, заточка и доводка резцов.

Учебник издания 1954 г. [15] раскрывает содержание резания металлов на середину двадцатого столетия. К традиционным разделам по геометрии режущей части лезвия и параметрам срезаемого слоя, физическим основам процесса, износу и стойкости инструментов добавлены и рассмотрены инструментальные материалы, и отдельные виды механической обработки резанием: точение, строгание и долбление, сверление, зенкерование, развертывание, фрезерование, протягивание, зубонарезание, шлифование. Научная школа кафедры занимает достойное место среди отечественной науки о резании металлов. В фундаментальном труде коллектива авторов, среди которых четырнадцать докторов наук, в т.ч. представители кафедры,

рассмотрены главы, имеющие самостоятельное научное значение: общее развитие теории и практики обработки металлов резанием (Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев); кинематика и колебания при резании металлов (Г.И. Грановский, В.Ф. Бобров); износ и стойкость режущего инструмента (Т.Н. Лолодзе, М.Н. Ларин) [16].

В 50-80-х годах основой научных разработок становятся исследования режущих свойств инструментальных материалов, проведенные по единой методике [17]. Результаты исследований отражены в ряде кафедральных сборников научных статей, в том числе в юбилейном сборнике к 150-летию МВТУ и 50-летию кафедры [18]. Отдельными исследованиями руководили преподаватели кафедры: Е.Д. Баклунов – протягивание тел вращения и наружное протягивание, влияние абразивного и алмазного затачивания и доводки на режущие свойства торцевых, пазовых, прорезных, концевых фрез; Е.К. Зверев, В.Ю. Малышко – износостойкость твердосплавных резцов, растачивание чугунных гильз резцами из сверхтвердых материалов; Б.Д. Даниленко – режущие свойства спиральных быстрорежущих и твердосплавных сверл; Л.А. Рождественский – режущие свойства разверток; В.П. Покровский – влияние легирования на свойства быстрорежущих сталей; Е.В. Жихарев, А.Е. Древаль – режущие свойства машинных метчиков. Результаты выполненных исследований стали основой новых нормативов режимов резания по видам механической обработки.

По результатам научных обобщений и проведенных исследований на кафедре с учетом существенного изменения научно-теоретического содержания учебного курса в 1985 г. был издан под авторством отца и сына Грановских учебник по резанию [19]. В учебнике выделены положения, отражающие методические и научные интересы коллектива кафедры: зависимости геометрических параметров инструментов от условий его закрепления на станке; кинематика резания; моделирование процесса резания внешним

трением индентора по заготовке; особенности пластического деформирования металла в зоне стружкообразования и закономерности наростообразования; экспериментальное и теоретическое определение сил резания; тепловые явления и температура резания; линейная и массовая меры износа лезвий, кривые износа, износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов; подтверждение гипотезы адгезионного механизма износа лезвий; стойкость, ресурс инструмента и режимы резания; особенности различных видов обработки резанием. При непосредственном участии заведующего кафедрой Г.И. Грановского разработаны государственные стандарты, до сих пор задающие терминологию и определения в нашей предметной области: ГОСТ 25761 – Виды обработки резанием; ГОСТ 25762 – Обработка резанием; ГОСТ 25751 – Инструменты режущие. Обобщены разработанные расчетные методики по аппроксимации экспериментальных зависимостей резания металлов и стойкости инструментов, в том числе с использованием показательных-степенных уравнений [20]. Проводятся исследования по использованию многофакторного планирования экспериментов и полиномиальных уравнений.

В 50-х годах были начаты работы по применению электрофизических и электрохимических методов обработки (ЭФХМО) в инструментальном производстве (доцент Е.К. Зверев). В 1961 году на кафедре создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория при Минстанкопроме по исследованию режущих свойств алмазных кругов. Работы выполнялись под научным руководством профессоров Г.И. Грановского и С.А. Попова при активном участии доцентов Н.П. Малевского, В.С. Булошников, группы инженеров и аспирантов. За короткое время лаборатория становится авторитетным научным испытательным центром, где разработаны и применены оригинальные методики, стенды и приборы [18]. Позже начинаются исследования по электрохимическому алмазному шлифованию (ЭАШ) безвольфрамовых

твердых сплавов (работы Н.П. Малевского, Л.М. Терещенко, Н.С. Тарахнова). Результаты обширных исследований по износу и работоспособности абразивных и алмазных кругов обобщены и представлены в монографии [21]: износ и удельный расход алмазов; рельеф режущей поверхности алмазных кругов; работа, мощность, тепловой режим алмазного шлифования; шероховатость поверхности и производительность шлифования; электрохимическое шлифование; рациональные режимы.

Приход на кафедру в 1982 году профессора В.Н. Подураева (заведовал кафедрой с 1982 по 1991 г.г.), известного ученого в области виброрезания, обработки труднообрабатываемых материалов, электрических, физико-химических, комбинированных методов обработки, ознаменовался углублением существующих и появлением новых научных и учебных направлений [22-25]. Получили развитие научные работы по акустической диагностике процессов резания (подготовлена и защищена докторская диссертация А.В. Кибальченко). Расширяется техническая база и содержание исследований по направлению электроэрозионной обработки под научным и практическим руководством доцента И.Б. Ставицкого.

Продолжены и развиты исследования надежности режущих инструментов, выполненные под руководством и с участием А.Е. Древаля [26]. По этому направлению защищены восемь кандидатских диссертаций, среди них – А.С. Татариновым, А.В. Литвиненко, Д.В. Виноградовым, выполнена и защищена докторская диссертация А.Е. Древалем. Под руководством доцента Н.Ф. Зеленцовой проведены научные исследования по инструментальному обеспечению машиностроительных предприятий, защищены кандидатские диссертации А.А. Митрофановым, Н.К. Гариновым.

На кафедре в конце 80-х годов под руководством профессора Н.Н. Зубкова и при активном участии доцента А.И. Овчинникова сформировано новое направление в металлообработке – деформирующее резание (ДР) [27].

По данному направлению защищены кандидатские диссертации О.В. Коновым, С.Г. Васильевым, А.Д. Слепцовым, Я.И. Шуляком, готовятся другие работы, в том числе докторская диссертация С.Г. Васильевым.

Метод ДР постоянно развивается и его реализация имеет широкую область практического применения: интенсификация теплообмена на наружных и внутренних поверхностях; фильтрующие трубы и сетки; капиллярные структуры тепловых труб; неразъемные соединения и биметаллы; износостойкие и самосмазывающиеся поверхности трения; подповерхностные полости для жидких смазок; армирование композитов; микроканальные теплообменники; восстановление размеров и свойств поверхности изношенных валов; деформационное упрочнение; закалка поверхности резцом непосредственно на станке.

Традиционно продолжаются работы в области резбонарезания. Первые исследования были выполнены Г.И. Грановским и Л.А. Рождественским, далее продолжены А.Е. Древалем, Е.В. Жихаревым, А.В. Литвиненко. В настоящее время активно развиваются научные работы по резбофрезерованию – направлению докторской диссертации О.В. Малькова. Под его руководством проводятся исследования по кандидатским диссертациям И.А. Павлюченкова, А.С. Карельского, И.М. Головки. Разработан САПР и опробованы оригинальные методики по расчету и проектированию комбинированных резьбовых фрез.

Завершен цикл исследований Л.Д. Мальковой и защищена диссертация по анализу энергопотребления при механической обработке резанием.

Продолжаются традиционные для кафедры исследования режущих свойств инструментов прогрессивных конструкций, оснащенных современными инструментальными материалами. С.В. Грубый (заведующий кафедрой)



рой с 2018 г.) рассмотрел процесс резания как управляемый детерминированный целенаправленный процесс с известной целью управления, достижение которой возможно путем закономерного изменения во времени управляемых (режимных) параметров. Разработаны и применены в исследованиях и учебном процессе методы структурной и параметрической оптимизации [28-30].

Совместно с АО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» под руководством С.В. Грубого развивается направление по сверхточной алмазной лезвийной и абразивной обработке отражателей и оптических элементов различного назначения [31]. Оканчивается многолетний цикл разработок и исследований по лезвийной обработке алмазными монокристаллическими резцами крупногабаритных кристаллов – элементов нелинейной оптики для твердотельных лазеров в обеспечение работ по термоядерному синтезу.

Результаты научных исследований и разработок, выполненных на кафедре, нашли свое отражение в современном учебном процессе при подготовке специалистов, магистров и аспирантов, и являются тем фундаментом, на котором базируются учебные дисциплины. Подробный содержательный перечень учебных направлений кафедры изложен в статье о кафедре в сборнике [4].

Результаты научных исследований и разработок за многолетнюю историю кафедры всегда были направлены на конечный результат – практическое применение на машиностроительных и приборостроительных предприятиях страны. Накопленные знания, технологии и опыт отражены в ряде нормативно-технических материалов, среди которых справочники общероссийского значения [32, 33].

Коллектив кафедры сочетает многолетние накопленные знания, опыт профессоров и доцентов, и пытливость, целеустремленность, настойчивость молодых преподавателей, недавно окончивших аспирантуру и которые

находятся в самом начале своего творческого пути. Поэтому есть уверенность в перспективах развития и достижении новых научных рубежей.

### Литература

1. Русские ученые – основоположники науки о резании металлов. / Под общ. ред. К.П. Панченко. М.: Машгиз, 1952. – 479 с.
2. Резание металлов и инструмент. Сборник статей / Под ред. Г.И. Грановского. М.: Машгиз, 1955. – 176 с.
3. Резание и инструмент. Сборник статей / Под ред. А.Е. Древаля. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 132 с.
4. 150 лет факультету Машиностроительные технологии МГТУ им. Н.Э. Баумана. Создание и развитие технологических научных школ в России / Коллектив авторов. – М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2018. – 238 с.
5. И.М. Беспрозванный. Теория резания металлов. Часть I. Усилие резания. М.: Изд-во НТО МММИ, 1931. – 97 с.
6. И.М. Беспрозванный. Процесс образования стружки при обработке металлов резанием. М.: Оборонгиз, 1939. – 82 с.
7. И.М. Беспрозванный. Физические основы учения о резании металлов. М.: Оборонгиз, 1941. – 220 с.
8. И.М. Беспрозванный. Основы теории резания металлов. М.: Машгиз, 1948. – 391 с.
9. Г.И. Грановский. Кинематика резания. М.: Машгиз, 1948. – 200 с.
10. М.Н. Ларин. Исследование торцевого фрезерования. М.: Оборонгиз, 1940. – 84 с.
11. М.Н. Ларин. Конструирование режущей части фрез. М.: Машгиз, 1944. – 53 с.
12. М.Н. Ларин. Оптимальные геометрические параметры режущей части инструментов. М.: Оборонгиз, 1953. – 147 с.

13. Е.Д. Баклунов. Протяжки. Конструкция, технология изготовления и эксплуатация. М.: Машгиз, 1960. – 168 с.

14. Г.И. Грановский, К.П. Панченко. Фасонные резцы. М.: Машиностроение, 1975. – 309 с.

15. Резание металлов. Г.И. Грановский, П.П. Грудов, В.А. Кривоухов, М.Н. Ларин, А.Я. Малкин / Под ред. В.А. Кривоухова. М.: Машгиз, 1954. – 472 с.

16. Развитие науки о резании металлов. Коллектив авторов. М.: Машиностроение, 1967. – 416 с.

17. Методики экспериментальных исследований по определению исходных данных для разработки общемашиностроительных нормативов режимов резания по основным видам обработки / Под ред. Г.И. Грановского. – М.: НИИМАШ, 1982. – 159 с.

18. Резание и инструмент / Под ред. Г.И. Грановского. М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1980. – 135 с.

19. Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. Резание металлов. М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.

20. Г.И. Грановский. Обработка результатов экспериментальных исследований резания металлов. М.: Машиностроение, 1982. – 112 с.

21. С.А. Попов, Н.П. Малевский, Л.М. Терещенко. Алмазно-абразивная обработка металлов и твердых сплавов. М.: Машиностроение, 1977. – 263 с.

22. В.Н. Подураев. Обработка резанием жаропрочных и нержавеющей материалов. М.: Высшая школа, 1965. – 518 с.

23. В.Н. Подураев. Обработка резанием с вибрациями. М.: Машиностроение, 1970. – 350 с.

24. В.Н. Подураев. Резание труднообрабатываемых материалов. М.: Высшая школа, 1974. – 587 с.

25. В.Н. Подураев. Технология физико-химических методов обработки. М.: Машиностроение, 1985. – 264 с.

26. Надежность инструментальных систем ракетно-космического производства / С.В. Грубый, Б.Д. Даниленко, А.Е. Древаль, А.В. Литвиненко; Под ред. А.Е. Древаля. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 23 с.

27. Основы метода деформирующего резания: Методические указания / Н.Н. Зубков, А.И. Овчинников, С.Г. Васильев, О.В. Кононов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 28 с.

28. С.И. Петрушин, С.В. Грубый. Обработка чугунов и сталей сборными резцами со сменными многогранными пластинами. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 156 с.

29. С.В. Грубый. Оптимизация процесса механической обработки и управление режимными параметрами. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 149 с.

30. С.В. Грубый. Оптимизация механической обработки: Учебник. СПб.: Изд-во «Лань», 2019. – 140 с.

31. С.В. Грубый. Моделирование процесса резания твердосплавными и алмазными резцами: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 107 с.

32. Краткий справочник металлиста / Под ред. А.Е. Древаля, Е.А. Скороходова. М.: Машиностроение, 2005. – 959 с.

33. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / Под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. М.: Инновационное машиностроение, 2018. – 756 с.