ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

УДК 621.9

РАЗВИТИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ АРМЕНИИ

Б.С. Баласанян

Национальный политехнический университет Армении

Приведены этапы развития ультразвуковых машиностроительных технологий в Национальном политехническом университете Армении (НПУА). Показано, что на основе научной политики создания и внедрения перспективных технологий, существовавшей в бывшем СССР, согласно которой разработка теоретико-экспериментальной базы новых процессов сосредотачивалась в академических институтах и вузах, в 1967 году решением Государственного комитета по науке и образованию СССР (ГКНиО СССР) в Ереванском политехническом институте им. К. Маркса (ЕрПИ) под руководством академика АН СССР, д.т.н., профессора М.В. Касьяна была создана проблемная лаборатория “Реология резания” (ПРР). Научным руководителем лаборатории М-02 “Ультразвуковые технологии” в составе ПРР был назначен ветеран Великой Отечественной войны, талантливый организатор и ученый, профессор Вартанян М.Е., который сплотил вокруг себя коллектив из молодых специалистов и сотрудников кафедры “Технология машиностроения”, а с 1968 г. и новой кафедры “Автоматизация и комплексная механизация машиностроения”. На основании постановления Правительства Республики Армения от 01.01.2005 в Государственном инженерном университете Армении (ГИУА) была организована базовая научно-исследовательская лаборатория “Машиностроительные технологии” (МТ), которая стала правопреемником базовой лаборатории ПРР.

За полвека лаборатория приобрела определенные научные успехи в области исследования, разработки, развития и совершенствования теории и практики резания материалов лезвийным инструментом, в том числе ультразвуковыми методами, а также обработки материалов применением ультразвуковых колебаний, в частности: ультразвукового эмульгирования несмешиваемых жидкостей, ультразвукового упрочнения рабочих поверхностей деталей машин пластическим деформированием, создания поверхностного регулярного рельефа на трибологических поверхностях деталей машин. В работе приводятся краткие сведения о научной деятельности лаборатории. На основе полученных результатов по основным направлениям базовой лаборатории МТ, начиная со дня ее создания, защищены 2 докторские, более 40 кандидатских диссертаций, полчены более 40 авторских свидетельств и патентов РФ и РА.

Ключевые слова: базовая лаборатория, ультразвук, машиностроение, технология, резание, зубообработка, эмульгирование, многоступенчатое лезвие, режущий инструмент.

Введение. Научно-технический прогресс в машиностроении, авиастроении, приборостроении, автомобилестроении, судостроении, ракетостроении и в других областях промышленности во второй половине XX века выдвинул перед разработчиками и конструкторами задачу постоянного улучшения технико-экономических показателей проектируемых ими машин и оборудования, которая сопровождалась повышением интенсивности режимов работы производственной продукции и все более ужесточающимися требованиями к качеству выпускаемой продукции. Это стимулировало опережающее развитие новых конструкционных материалов, таких как жаропрочные, титановые, коррозиестойкие стали и сплавы, обладающих повышенными прочностными характеристиками, а следовательно, и низкой обрабатываемостью резанием. Обработка сложных поверхностей таких материалов осуществлялась применением методов электроэрозионной и электрохимической обработки, которые основаны на получении заданной формы детали путем разрушения их поверхностного слоя обрабатываемого материала посредством электрических разрядов или анодного растворения. К сожалению, эти методы были неприменимы для обработки диэлектрических материалов (кварца, ситалла, керамики, драгоценных и полудрагоценных камней и кристаллов и др.).

Для обработки таких материалов в США, бывшем СССР, Японии, Чехословакии, Великобритании и ФРГ были начаты исследования, направленные на изучение возможностей использования инструмента, совершающего ультразвуковые колебания (УЗК), для формообразования деталей из твердых и хрупких материалов. Впервые в 1948 г. на основе результатов этих исследований американский инженер Льюис Бэлемут разработал и предложил способ прошивки отверстий в таких материалах частицами свободного абразива в жидкой среде [1] под воздействием на них колеблющегося с ультразвуковой (УЗ) частотой инструмента, что было положено в основу прошивочных станков для УЗ размерной обработки.

В середине 50-х гг. в названных странах начали появляться первые УЗ станки, ламповые генераторы для возбуждения в инструменте или технологической среде УЗК мощностью более 1 *кВт*, что позволило использовать их для интенсификации различных технологических процессов, включая очистку деталей от технологических загрязнений в жидкой или абразивной среде, пластического деформирования материалов (волочение, прессование, прокатка), пайки, сварки, эмульгирования, диспергирования,

экстрагирования, распыления жидкостей, шлифования, резания лезвийным инструментом и т.д.

В вышеназванных странах стали создаваться новые исследовательские центры и проблемные лаборатории по изучению и выявлению новых технологических возможностей мощного ультразвука. В Акустическом институте им. Н.Н. Андреева АН СССР создан отдел ультразвука, возглавляемый Л.Д. Розенбергом, сотрудники которого досконально изучили физику мощного ультразвука и на ее базе разработали источники мощного ультразвука [2], основы создания мощных УЗ полей [3], физические основы УЗ технологий [4], физические основы УЗ резания [5].

Научные основы физики процесса УЗ формообразования деталей из хрупких материалов и резания труднообрабатываемых металлов и сплавов были заложены также в трудах советских ученых Б.А. Аграната [6], В.В. Клубовича, В.П. Северденко и А.В. Степаненко [7], А.И. Маркова [8,9], В.Д. Мартынова [10], немецкого ученого Л. Бергмана [11], сотрудников Токийского университета Нишимура и Кумабэ [12]. Одновременно разрабатывались методы расчета и конструирования УЗ преобразователей колебаний [13], создавались мощные ламповые и электронные генераторы УЗК [14].

Историческая справка. В СССР существовала достаточно стройная политика создания и внедрения перспективных технологий, согласно которой разработка теоретико-экспериментальной базы новых процессов сосредотачивалась в академических институтах и вузах. Оптимизация серийных технологий и разработка специального оборудования для их реализации осуществлялась в научно-исследовательских институтах (НИИ), проводивших их внедрение совместно с заводами-изготовителями изделий, для которых эти технологии создавались [15].

Исходя из вышесказанного, решением ГКНиО СССР в 1967 году в ЕрПИ, ныне НПУА, в отделе научно-исследовательских работ (ОНИР) под руководством академика АН АрмССР, д.т.н., профессора М.В. Касьяна созданы три лаборатории машиностроительного профиля: М-01 - “Резание материалов”, М-02 - “Ультразвуковые технологии” (УЗТ), М-03 - “Порошковые материалы”. С 1973 года эти лаборатории были объединены под руководством академика М.В. Касьяна в единую проблемную лабораторию ПРР. Необходимо отметить, что в середине прошлого века в Армении было открыто множество машиностроительных предприятий союзного значения, организованы филиалы передовых НИИ СССР, таких как, например, Экспериментальный НИИ металлорежущих станков, и республика выдвинулась на передовые позиции в области машиностроения. Разумеется, в этот период необходимо было подготовить и армию машиностроителей – исследователей. Только под

руководством академика М.В. Касьяна были защищены 168 кандидатских диссертаций.

Научным руководителем лаборатории М-02 был назначен ветеран Великой Отечественной войны, талантливый организатор и ученый, к.т.н., профессор М.Е. Вартанян, который сплотил вокруг себя коллектив из молодых специалистов и сотрудников кафедры “Технология машиностроения” (ТМ), а с 1968 г. и новой кафедры “Автоматизация и комплексная механизация машиностроения” (АиКММ).

Решением ГКНиО СССР в 1987 году базовая лаборатория “Проблемы реологии резания” была реорганизована в проблемную лабораторию “Порошковая металлургия и покрытия” (ППМП), которая в то время считалась более перспективным научным направлением. Руководителем лаборатории был назначен д.т.н., профессор Н.В. Манукян. Лаборатория “Ультразвуковые технологии” была переименована в научно-исследовательскую лабораторию “Ультразвуковые техника и технологии” (УЗТиТ) и оставлена при кафедре АиКММ Механико-машиностроительного факультета.

Интенсивность научных исследований в лаборатории УЗТиТ в 90-е годы по понятным причинам несколько снизилась, но сохранилась. Были выполнены исследования, результаты которых нашли применение в промышленности РА, защищены докторские и кандидатские диссертации. После реорганизации лаборатории ПРР ее научные сотрудники перешли на преподавательскую работу на кафедрах ТМ (Егиазарян Р.А.) и АиКММ (Христафорян С.Ш., Баласанян Б.С.), где продолжили также свою научную деятельность по разработке новых УЗ технологий и техники.

Достижения и высокий авторитет лаборатории как в области научных разработок и внедрения результатов исследований в промышленность СССР, так и в деле подготовки научно-педагогических кадров стали общеизвестны. Об этом свидетельствует такой факт. В 1996 г. основоположник разработки теории и практики применения УЗК при резании материалов, профессор Московского авиационного института А.И. Марков во время защиты докторской диссертации С.Ш. Христафоряна на заседании Специализированного совета 034 - “Машиностроение и машиноведение” ГИУА отметил, что армянская школа “резальщиков и ультразвуковиков” состоялась, утвердилась окончательно и стала общепризнанной в научном мире, что послужило новым толчком для бывших сотрудников лаборатории ПРР для продуктивного продолжения своей научной деятельности.

В 2003 г. Правительство РА с целью сохранения и концентрации научного потенциала Армении и выполнения финансируемых из государственного бюджета Республики Армения научно-исследовательских работ, имеющих важнейшее научно-прикладное значение для республики, объявило конкурс

тематик исследований. Заявка по теме "Реологические основы совершенствования современных технологий в машиностроении", представленная Машиностроительным факультетом ГИУА, была утверждена в качестве одного из приоритетных направлений научных исследований в Республике Армения.

На основании постановления Правительства РА от 01.01.2005 г. в ГИУА была организована базовая научно-исследовательская лаборатория "Машиностроительные технологии" (МТ), научным руководителем которой был назначен д.т.н., проф. С.Ш. Христафорян. Тем самым была возрождена проблемная лаборатория ПРР и продолжено дело М.В. Касьяна.

Исследования, проведенные в лаборатории М02 - "Ультразвуковые технологии". Первыми научными работниками лаборатории М02 были молодые в то время инженеры: Исаакян С.Г., Сафарян А.Г., Овсепян Г.С., Киракосян А.Б., Ксаджикян К.А., мастер Мартиросян В.М. В лаборатории начали свою трудовую деятельность в качестве инженеров молодые выпускники Механико-машиностроительного факультета ЕрПИ: Христафорян С.Ш. (1970 г.), Баласанян Б.С. (1973 г.), Егиазарян Р.А. (1978г.), которые в дальнейшем пополнили преподавательский состав кафедр ТМ и АиКММ.

За время своего существования (1968-1984 гг.) в лаборатории М02 были проведены следующие научно-исследовательские работы:

1. 1967 г. Применение ультразвука в процессе получения деталей прессованием и давлением (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., исп.: инженер Исаакян С.Г.).
2. 1968 г. Применение ультразвука в промышленности. Часть I - Применение УЗ в процессе получения деталей прессованием. Часть II – Обработка металлов и металлокерамических материалов УЗ способом. Часть III – Поисковая тема. Получение неразъемных соединений элементов реле УЗ сваркой (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., исполн.: ведущие инженеры Исаакян С.Г., Сафарян А.Г., Овсепян Г.С.).
3. 1969-1970 гг. Применение ультразвука в технологии машиностроения. Часть I – Обработка корунда ультразвуковым способом. Часть II – Ультразвуковая свариваемость цветных металлов (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., исполн.: ст. инж. Сафарян А.Г. и Киракосян А.Б., инженер Христафорян С.Ш.).
4. 1971 г. Разработка процессов обработки материалов с применением ультразвука. Часть I – Исследование технологических и акустических параметров УЗ сварки, их взаимосвязи и связи со свариваемостью металлов УЗ способом. Часть II – Поисковая тема: Исследование процесса УЗ формирования поверхностей в пластмассовых деталях (рук.: к.т.н., доц.

Вартанян М.Е., отв. исп.: ст. инж. Сафарян А.Г., соис.: ст. мастер Мартиросян В.М., лаборант Авакян А.Г.).

5. 1972 г. Разработка процесса обработки корунда ультразвуковым способом (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., отв. исп.: ст. инж. Киракосян А.Б. и Ксаджикян К.Г.).
6. 1973-1974 гг. Разработка процессов обработки материалов с применением ультразвука. Часть I – Обработка корунда ультразвуковым способом. Часть II – Ультразвуковая свариваемость цветных металлов (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., исп.: ст. инж. Сафарян А.Г., Киракосян А.Б. и Ксаджикян К.А., инж. Христафорян С.Ш. и Баласанян Б.С., мастер Мартиросян В.М.).
7. 1975-1976 гг. Разработка процессов обработки материалов с применением ультразвука. Часть I – Исследование технологических и акустических параметров УЗ сварки, их взаимосвязи и связи со свариваемостью металлов УЗ способом. Часть II – Поисковая тема: Исследование процесса УЗ формирования поверхностей в пластмассовых деталях (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., исп.: ст. инж. Сафарян А.Г. и Киракосян А.Б., инж. Христафорян С.Ш. и Баласанян Б.С., мастер Мартиросян В.М.).
8. 1977-1978 гг. Исследование контактных явлений в ультразвуковом поле. (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., отв. исп.: ст. инженер Сафарян А.Г., соис.: ст. инж. Киракосян А.Б., Христафорян С.Ш. и Баласанян Б.С., мастер Мартиросян В.М.).
9. 1979 г. Исследование и разработка процесса обработки материалов с применением ультразвуковых колебаний (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е. отв. исп.: ст. инженеры Киракосян А.Б., Христафорян С.Ш. соис: ст. инженеры Сафарян А.Г., Баласанян Б.С.).
10. 1980-1982 г. Влияние акустического поля на процесс ультразвукового зубодолбления (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., отв. исп.: с.н.с. Баласанян Б.С., соис.: с.н.с. Христафорян С.Ш., инженер Егиазарян Р.А., мастер Мартиросян В.М.).
11. 1983–1985 гг. Разработка предложения для внедрения ультразвуковой технологии обработки зубчатых колес (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., отв. исполнитель: с.н.с. Баласанян Б.С., соис.: с.н.с. Христафорян С.Ш., инженер Егиазарян Р.А.).
12. 1984–1986 гг. Исследование процесса зубошевингования с использованием ультразвуковых колебаний и разработка рекомендаций по внедрению ультразвуковых технологий (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е., отв. исп.: м.н.с. Егиазарян Р.А., соис.: с.н.с. Христафорян С.Ш. и Баласанян Б.С., мастер Мартиросян В.М.).
13. 1987 г. Разработка и исследование устройств и рекомендаций по выбору акустико-технологических параметров процесса зубодолбления с

наложением ультразвуковых колебаний для производства зубчатых колес в машиностроении (рук.: к.т.н., доц. Вартанян М.Е. , отв. исп.: с.н.с. Баласанян Б.С., соис: с.н.с. Христафорян С.Ш., ст. инж. Егиазарян Р.А., инж. Макарян В.К., ст. техник Хандилян А.А.).

Результаты научной деятельности лаборатории М02 - "Ультразвуковые технологии". В течение своей 20-летней деятельности сотрудниками лаборатории М02 было опубликовано более 120 научных публикаций в ведущих научных журналах, получено 22 авторских свидетельства СССР на изобретения, разработаны новые оригинальные конструкции оборудования и технологии для УЗ прессования порошков, УЗ пайки контактов реле, УЗ размерной обработки монокристалла корунда, УЗ точения, растачивания, зубодолбления и зубошевингования, УЗ очистки деталей машин от производственных загрязнений, которые были внедрены в Ереванских заводах электродвигателей и производства малогабаритных реле, Ереванском часовом заводе, Ереванском ювелирном заводе (ЕЮЗ), Киевском НПО им. Артема.

Одним из таких оригинальных решений является конструкция пресс-автомата для УЗ прессования деталей из металлических порошков [16-18], который был разработан и изготовлен в 1967 г. в виде лабораторного стенда для проведения экспериментальных исследований, затем без каких-либо изменений был внедрен в 1968 г. на Чаренцаванском инструментальном заводе для изготовления пластинок резцов из твердосплавных материалов.

На основе исследований, проведенных посредством этого пресс-автомата, было установлено, что при прессовании порошков с наложением УЗК для изготовления брикетов высотой до 8 *мм* потери усилия прессования на трение практически отсутствуют, а для более высоких прессовок эти потери в 3…6 раз меньше по сравнению с обычным процессом прессования, что позволяет получать практически однородные по высоте брикеты. Установлено, что при УЗК прессования с увеличением амплитуды улучшаются все показатели процесса прессования. Наилучшие результаты получены при прессовании под давлением 150…200 *МПа*, а изменение частоты в пределах 18…22 *кГц* заметного влияния не оказывает.

При УЗ прессовании твердых сплавов Т15К6 и ВК8 происходит измельчение хрупких карбидных зерен, вследствие чего фазы в сплавах становятся мелкозернистыми. При этом значительно повышается плотность сплавов; в сплаве Т15К6 кобальтовая фаза распределяется равномерно. Все

эти факторы приводят к повышению износостойкости на 30…40% по сравнению со статически прессованными образцами. Уменьшение потери усилия прессования на трение и увеличение “текучести” порошка при УЗ прессовании дает возможность получать заготовки сложной формы со сравнительно равномерным распределением плотности. Повышение равномерности распределения плотности брикетов, спрессованных с наложением УЗК, дает возможность получать детали с незначительным искажением геометрической формы.

Аналогичные исследования, в смысле прессования порошков, были возобновлены в 1996 г. Это было связано с тем, что по межгосударственному соглашению между правительствами Сирии и Республики Армения в аспирантуру ГИУА был направлен на обучение сирийский гражданин Иса Ахмед. Условия выбора темы диссертационной работы были таковы, что она тем или иным образом должна была быть связана с фармацевтикой. Учитывая, что Иса Ахмед до поступления в аспирантуру должен был вначале пройти магистерское обучение, вместе с ним трем нашим студентам магистратуры предложили следующие темы: применение УЗК для интенсификации процесса стерилизации медицинского и фармацевтического инструмента; применение УЗК для интенсификации процесса эмульгирования лекарственных препаратов; применение УЗК для интенсификации процесса диспергирования лекарственных препаратов и применение УЗК для повышения эффективности прессования лекарственных таблеток. Из этих тем последнюю выполнял Иса Ахмед, которая стала основой его диссертационной работы [19].

На основании проведенных исследований [19] было установлено, что применение радиальных и продольных УЗК матрицы при прессовании таблеток из порошка корня армянского женьшеня является перспективным направлением повышения эффективности процесса за счет повышения качества прессуемых таблеток и увеличения производительности прессования, улучшения внешнего вида, исключения из состава лекарственного препарата связующих элементов (крахмал, глюкоза), возможности управления плотностью и массой таблетки с точностью 4…5%, снижения усилия прессования в 2…3 раза. Разработан способ УЗ прессования [20], позволяющий компенсировать износ матрицы и пуансона без

дополнительной их обработки (патент РА №667 А2). Сущность метода заключается в том, что дозированное количество порошка загружают в матрицу и прессуют встречно перемещающимися верхним и нижним пуансонами, которым сообщают УЗК. При этом до загрузки порошка матрицу сжимают в радиальном направлении до образования между матрицей и пуансонами зазора величиной не более половины минимальной величины зерна порошка, а после прессования выводят верхний пуансон и разжимают матрицу.

В процессе исследований было замечено явление “всплеска” прессуемости, которое заключалось в том, что при средних усилиях прессования и амплитуды УЗК плотности таблеток оказывались на 20…50% больше, чем при наибольших усилиях прессования и амплитуды УЗК. Механизм этого явления получил свое теоретическое обоснование в последующей работе лаборатории [21]. На основе этих исследований было установлено, что явление “всплеска” прессуемости связано с изменениями параметров состояния системы, и при достижении определенных их пороговых значений система может изменить свои характеристики и перейти в новое равновесное состояние, соответствующее более высокой плотности прессовки. С учетом этого разработан способ энергосберегающего процесса УЗ прессования порошков, заключающийся в том, что УЗК включают в течение 0,1…0,5 *с*, и в этом промежутке времени плавно увеличивают частоту и амплитуду УЗК [21].

Экспериментальными исследованиями установлено [21-23], что плотность прессовок, в зависимости от прессуемого материала, при наложении УЗК на пуансон и матрицу в осевом направлении возрастает в среднем в 1,05…1,12 раза, а при крутильно-радиальных УЗК матрицы и осевых УЗК пуансона - в 1,13…1,16 раза. Зависимость силы давления на нижний пуансон от амплитуды УЗК носит экстремальный характер, максимальные значения которой наблюдаются при амплитудах крутильно-радиальных УЗК матрицы 28…32 *мкм* и осевых УЗК пуансона 18…20 *мкм*. Экономический эффект от использования сложных схем наложения УЗК на процесс прессования порошка Al_2O_3 для выращивания синтетических сапфиров только за счет повышения производительности процесса, по оценке АОЗТ “Bagdasarov Crystals Group production”, составляет около 2200 долл. США; одновременно в течение одной загрузки выход массы готового кристалла повышается на 10…15% [21]. С 1979 по 1996 гг. основным направлением научной тематики

лаборатории стали процессы УЗ резания металлов лезвийным инструментом [24-33]. Этот период отличается реальными внедрениями разработок и технологий лаборатории в Киевском НПО им. Артема.

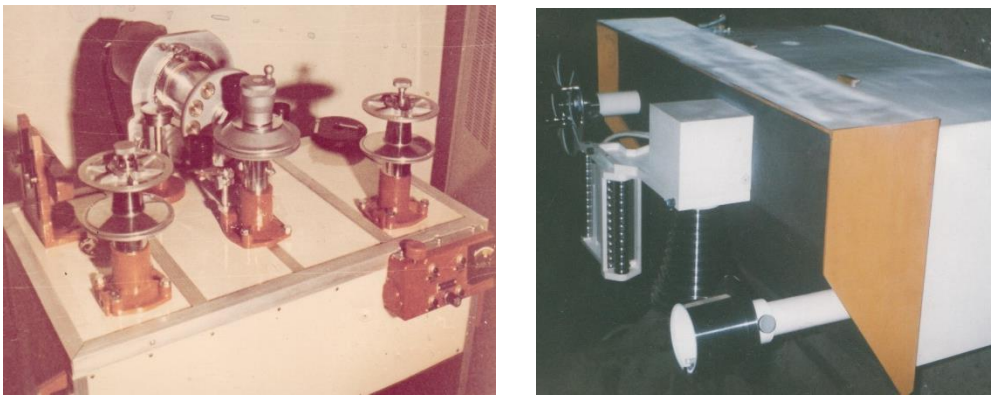
В этот период были разработаны: способ получения металлических покрытий (А.с. СССР №726045), позволяющий произвести нанесение высокопрочных покрытий на сапфировую подложку, и способ исследования силы резания при зубодолблении (А.с. СССР №1227990), пригодный для любого вида многолезвийной обработки, особенность которого в том, что в качестве исследуемого силового параметра принимается значение средней силы резания, приходящейся на один режущий зуб долбяка из числа его одновременно режущих зубьев. Этим достигается сокращение числа экспериментальных точек до 4-х раз, а также появляется возможность сопоставления силы резания для любых сочетаний чисел зубьев долбяка и нарезаемого колеса.

Разработаны также: тяговый механизм волочильной машины со скольжением (А.с. СССР N1759495); способ намотки проволоки витка к витку и намоточное устройство (А.с. СССР N1801652); устройство для многократного волочения проволоки (А.с. СССР N1759496) для УЗ волочильного стана, внедренные на ЕЮЗ (рис. 1) для волочения драгоценной проволоки с применением продольных УЗК фильеры, что позволило исключить из существующей технологии операции отжига проволоки по причине ее упрочнения при ее изготовлении без УЗК.

Одним из оригинальных решений осуществления УЗ процесса точения является устройство вибрационного резания (А.с. СССР N11645058), при котором УЗК передаются стружке, а не резцу или заготовке, что позволяет на один и более порядков уменьшить мощность УЗ оборудования с одновременным упрощением конструкции. Устройство внедрено на Киевском НПО им. Артема [31] при наружном продольном обтачивании колец диаметром до 250 *мм* из высокопрочных титановых сплавов марки ОТ4.

В области УЗ обработки зубчатых колес нами разработаны: способ чистовой обработки зубчатых колес шевингованием с радиальными УЗК шевера (А.с. СССР N1521565), позволяющий осуществлять обработку зубчатых колес, закрытых с одного из торцев; способ нарезания цилиндрических зубчатых колес (А.с. СССР N1306657), позволяющий увеличить точность

изготовления зубчатых колес на 1-2 степени по ГОСТ 1643-81; способ бочкообразного шевингования цилиндрических зубчатых колес (А.с. СССР N1364444), поволяющий исключить из конструкии станка механизм качания шевера. Эти разработки были внедрены на Киевском НПО им. Артема [31-33] при нарезании блока зубчатых колес наружного и внутреннего зацепления.



а) б)

Рис.1. Ультразвуковые многониточные волочильные станы, внедренные в ЕЮЗ: а - двуниточный, диаметры волочения - 1,2 …0,2 мм, скорость волочения – 30…120 м/мин, б - 12-ниточный, диаметры волочения - 2,4 …1,2 мм, скорость волочения – 10…30 м/мин

При выполнении поисковых тем, а также в течение работы в проблемной лаборатории ППМП были разработаны: инструменты для резания слоистых материалов (А.с. СССР №1544555), способ оценки обрабатываемости материалов резанием (А.с. СССР N1587419), два устройства для металлизации порошков из газовой фазы (А.с. СССР N1343661, А.с. СССР N1502190), устройство для металлизации (А.с. СССР N1600928), а также способ металлизации порошка (А.с. СССР N1616779).

Результаты научной деятельности научно-исследовательской лаборатории "Ультразвуковые технологии и техника" в составе кафедры АиКММ и совместно с базовой лабораторией "Машиностроительные технологии". С 1994 г. лаборатория, можно сказать, получает второе дыхание, и научные исследования в лаборатории активизируются. Основными научными

направлениями остаются: разработка и совершенствование УЗ методов и технологий обработки материалов пластическим деформированием в закрытых пресс-формах; разработка и совершенствование УЗ методов и технологий резания труднообрабатываемых сплавов лезвийным инструментом; разработка и совершенствование УЗ методов эмульгирования жидкостей; разработка и совершенствование методов поверхностно-упрочняющих технологий.

В лаборатории проводятся активные исследования по изучению процессов эмульгирования органических масел в воде с целью получения эмульсии отработанных моторных масел в воде и использования их в качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Как известно [34], интенсивность процессов эмульгирования органических масел в воде зависит от мощности энергии, вводимой в жидкую среду, которая, в свою очередь, зависит от амплитуды и частоты УЗК. Частота УЗК преобразователя в процессе эмульгирования не может регулироваться, и остается единственная возможность управления мощностью УЗК в жидкой среде посредством амплитуды УЗК. Помимо этого, используемые для УЗ эмульгирования мембранные преобразователи УЗК имеют неравномерное распределение интенсивности УЗК по поверхности мембраны, а амплитуда их колебаний не превышает 5 *мкм,* что, как показали наши исследования, недостаточно для осуществления эффективного процесса эмульгирования.

Следует отметить также, что интенсивность процесса эмульгирования с течением времени снижается по гиперболическому закону, достигая в конце некоторой величины, обеспечивающей низкую производительность. С целью устранения этого явления по истечении некоторого времени УЗК отключают и посредством механических мешалок интенсивно смешивают жидкую среду, после чего вновь включают УЗК, при котором интенсивность процесса эмульгирования опять возрастает, однако с течением времени снова снижатся [34]. Поэтому этот процесс периодически повторяют. Одновременное механическое перемешивание жидкости в процессе УЗ эмульгирования снижает интенсивность процесса вследствие влияния потоков жидкости, образованной в процессе ее механического смешивания, на распространение УЗК.

В этой связи была поставлены задача изыскать возможности улучшения равномерности распределения интенсивности УЗК на поверхности прямоугольной мембраны и возбуждения в жидкой среде низкочастотных колебаний, не влияющих на распространение УЗК. Исходя из поставленной задачи, был разработан новый способ возбуждения УЗК в прямоугольной мембране (патент РА №1570 A2) [35], который отличался от известных тем, что на мембране второй ряд трансформаторов УЗК размещают перпендикулярно первому ряду. Межосевые расстояния между трансформаторами в рядах принимают равными половине длины волны УЗК. Первые трансформаторы в

обоих рядах подключают в одной и той же фазе, а соседние трансформаторы обоих рядов подключают со сдвигом 180° (рис. 2). Этим обеспечивается повышение интенсивности УЗК в локальных точках прямоугольной мембраны, где амплитуда УЗК в 1,4 раза больше амплитуды известных преобразователей. Именно такой излучатель был использован при иготовлении УЗ волочильного стана (рис.1 б), который получил первую премию в конкурсе ГИУА “Лучшее изобретение 2004-2005 гг.”.

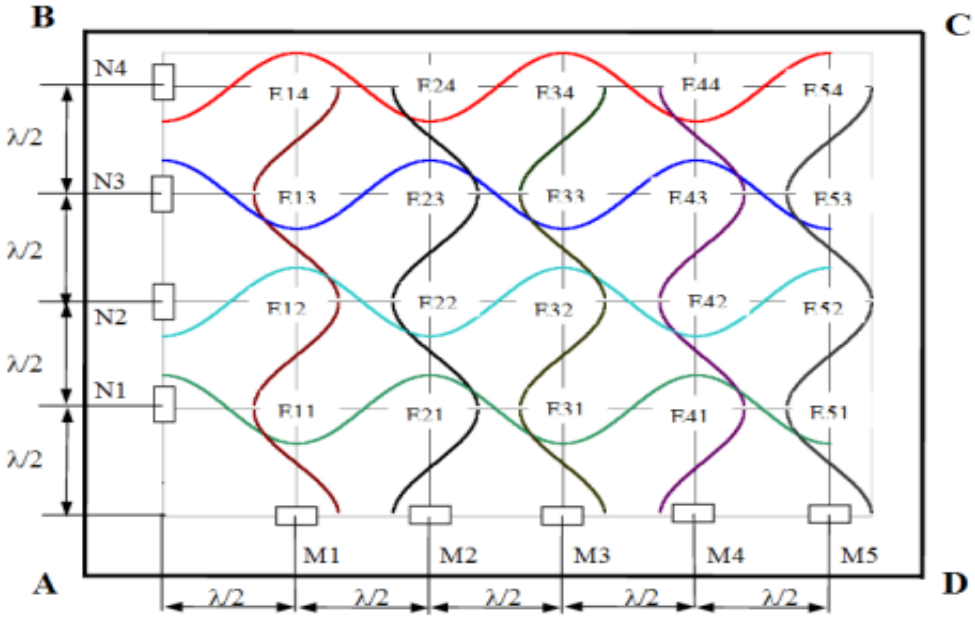


Рис. 2. Способ возбуждения УЗК в прямоугольных мембранах

Вторая задача была решена следующим образом. На мембранном круглом излучателе была прикреплена ось с плоскими лопастями, а в свободной конечной части лопастей установлены концентрированные массы. Частоты собственных колебаний лопастей были выбраны таким образом, что при включении преобразователя в жидкой среде от мембранного трансформатора создается поле УЗК, которое способствует интенсификации процессов, протекающих в жидкости, а лопасти одновременно в жидкости создают низкочастотные колебания, которые не препятствуют распространению УЗК, осуществляют непрерывное смешивание жидкости, увеличивая интенсивность протекания процесса эмульгирования (патент РА №1569 А2). К сожалению, лопасти не выдерживали больших механических напряжений у места крепления и через определенный промежуток времени ломались [35].

Можно сказать, что эта задача была решена случайно. В процессе экспериментальных исследований под действием УЗК лопнула химическая стеклянная емкость, в которой осуществлялся процесс эмульгирования. Пришлось искать замену, и в глаза попалась пластиковая бутылка из-под минеральной воды. Перерезав верхнюю часть бутылки, мы сделали новую емкость и продолжили эксперименты. При включении УЗК сразу увидели, что в сфероподобных частях у основания емкости жидкость вращается с определенной скоростью, где происходит перемешивание эмульгируемой жидкости, что и послужило основой для разработки нового УЗ реактора, приведенного на рис.3 (патент РА №2166 А2).

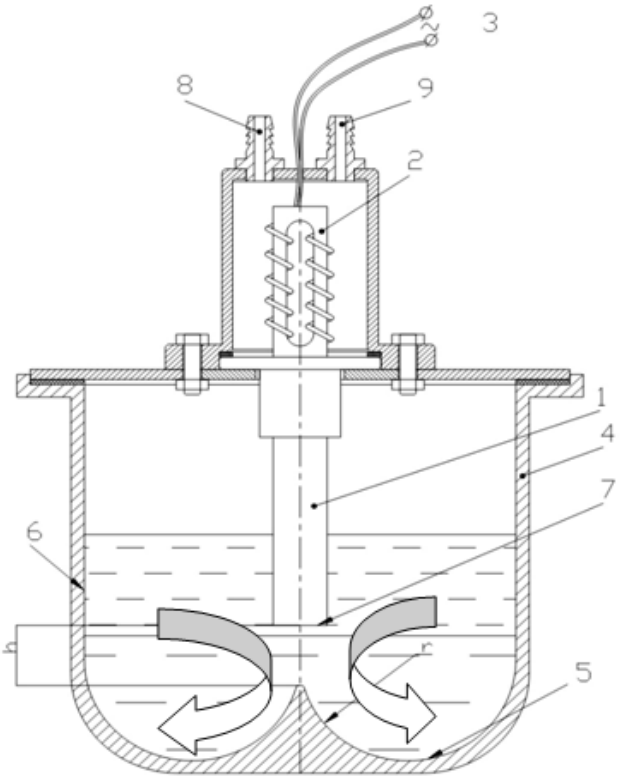


Рис.3. Ультразвуковой реактор для эмульгирования: 1 - УЗ излучатель, 2 - преобразователь УЗК, 3 - электрические выводы обмотки преобразователя, 4 - реактор, 5 - основание реактора, 6 - боковая поверхность реактора, 7 - торец излучателя УЗК, 8 и 9 - штуцера для жидкого охлаждения преобразователя УЗК

УЗ реактор имеет корпус в виде тела вращения 6 и соосно расположенный преобразователь УЗК 2 (рис.3), к которому закреплен излучатель 1,

находящийся в корпусе 6. Внутренняя поверхность основания корпуса выполнена в виде полуокруглой образующей с радиусом r, равным половине длины волны УЗК. При этом одна конечная точка образующей совпадает с вертикальной осью корпуса, а другая сопряжена с боковой образующей корпуса, причем нижняя торцовая часть УЗ излучателя находится на расстоянии 10…15 *мм* от крайней точки полуокруглой образующей, совпадающей с вертикальной осью корпуса. Такое исполнение реактора дает возможность одновременного наложения в жидкой среде УЗ и ничкочастотных колебаний, что позволяет упростить конструкцию реактора и повысить его надежность.

Разработан способ получения водно-парафиновой эмульсии (патент РА №2371 A2), который широко используется в пищевой промышленности, в производстве взрывчатых веществ и других областях промышленности, а также для изготовления влагозащищающего упаковочного материала. Сущность способа в том, что перед эмульгированием получают зависимости условной вязкости всех компонентов от температуры, с помощью которых определяют первую точку пересечения их графиков, и эмульгирование проводят при температуре, соответствующей точке пересечения, а после завершения процесса эмульгирования эмульсию охлаждают до комнатной температуры, затем в течение 4…8 *мин* подвергают термообработке при температуре 80…95°C. При этом повышается стабильность эмульсии.

Одновременно проводились исследования процессов резания материалов с применением УЗК и изыскивались возможности повышения эффективности процесса УЗ точения материалов путем определения условий и промежутка времени полного отрыва режущего инструмента от обрабатываемого материала в течение одного периода УЗК, что способствует повышению стойкости режущего инструмента.

К числу таких работ относится исследование процесса шабрения поверхностей и отверстий с применением УЗК [36], на основании которого были выявлены оптимальные акустико-технологические параметры и условия осуществления процесса УЗ шабрения, а также разработан и изготовлен многолезвийный промышленный шабер (патент РА №393 A2). Проведенные исследования и разработанный промышленный образец УЗ шабера, прошедший промышленные испытания и технико-экономическое обоснование целесообразности применения предлагаемой технологии, позволяют рекомендовать технологию шабрения поверхностей применением УЗК для: повышения производительности процесса шабрения за счет увеличения скорости и объема срезаемого материала; увеличения манипуляционных возможностей за счет снижения сопротивления резанию в среднем в 3,5…4 раза; расширения возможностей декоративной, отделочной и восстановительной

шабровки; повышения маслоудерживающей способности обработанных поверхностей.

Разработан также способ вибрационного резания (патент РА №738 А2), сущность которого заключается в том, что режущему инструменту сообщают вибрации в направлении тангенциальной и радиальной составляющих сил резания с поочередной последовательностью полупериодов по часовой стрелке и в направлении, противоположном направлению главного движения резания, а величину амплитуды тангенциальных a_t и радиальных $a_г$ вибраций определяют из условий $a_t \geq 0{,}75VT$ и $a_г \geq 0{,}5VT$, где V - скорость главного движения резания, Т - период вибрации. При такой схеме осуществления процесса резания с применением вибраций в течение определенного промежутка времени режущий инструмент полностью отрывается от обрабатываемого материала и стружки, что улучшает условия проникновения СОЖ в зону резания, и, как следствие, повышается стойкость резца. Во время апробации этого способа при вибрациях инструмента с УЗ частотой было установлено, что невозможно получить линейное смещение с помощью разработанной акустической системы и схемы его подключения к электропитанию, так как налагаемые друг на друга тангенциальные и радиальные составляющие колебания из-за переходных процессов в моменты коммутации их преобразователей искривляли траекторию движения вершины резца.

На основании этого возникла идея замены прямоугольной траектории движения вершины резца на эллиптическую, которая была решена применением эллиптических пространственных УЗК инструмента (ЭПКИ) путем одновременного возбуждения УЗК в режущем инструменте вдоль двух различных направлений. При этом частоты колебаний в этих направлениях были приняты одинаковыми, а между ними был установлен определенный угол сдвига фаз (патент РА № 739 А2). Отметим, что УЗ резание с ЭПКИ является новым научным направлением в области металлообработки труднообрабатываемых материалов, применение которого позволяет повысить как устойчивость обрабатывающей системы, так и эффективность использования УЗК.

Как известно [8-10,12,15,31-33], УЗ резание обычно осуществляют по трем основным схемам с применением радиальных, тангенциальных или осевых УЗК. Каждая из схем, наряду с безусловной эффективностью, отличается и характерным недостатком. Следует отметить, что из всех известных схем УЗ резания наибольшими преимуществами обладает схема с колебаниями режущего инструмента или обрабатываемой детали вдоль тангенциальной составляющей силы резания, что и способствовало ее наибольшему применению в области обработки материалов лезвийным инструментом. При этом основным

недостатком схемы УЗ резания с тангенциальными колебаниями является наличие в процессе резания постоянного контакта задней поверхности режущего инструмента с обрабатываемой деталью.

Многочисленными исследованиями влияния УЗК на различные процессы обработки материалов резанием установлено, что наибольший эффект повышения качества и производительности обработки, увеличение износостойкости режущего инструмента и улучшение условий пластического деформирования материала в зоне резания наблюдаются при чистовых операциях, т.е. в условиях низкой нагруженности обрабатывающей системы. В частности, при глубоком сверлении отверстий и нарезании резьбы в деталях из труднообрабатываемых материалов, чистовом зубодолблении блока зубчатых колес и секторов, обтачивании и растачивании деталей из титановых, жаропрочных и коррозиестойких сплавов и т.д. применение УЗК позволяет достичь качества обработки, которое недоступно для традиционных методов лезвийной обработки.

В этой связи была поставлена задача повышения эффективности УЗ резания при черновых операциях на основе изыскания возможностей снижения общей нагруженности обрабатывающей системы как при непрерывных, так и при прерывистых процессах резания. Эта задача особенно актуальна для случая УЗ резания многолезвийном инструментом, при котором процесс резания осуществляется с большими изменениями суммарной силы резания всех одновременно режущих зубьев инструмента. Причем использование УЗК с ограниченной мощностью еще больше способствует увеличению величины переменности силы резания, так как при меньших значениях суммарной силы резания эффективность влияния УЗК на процесс наибольшая, а при ее наибольших значениях происходит снижение амплитуды УЗК (практически вплоть до ее гашения), и резание осуществляется без УЗК. Вследствие этого в одном случае минимальная суммарная сила резания снижается в 1,5…2 раза, а в другом - наибольшая суммарная сила резания остается прежней, что в итоге приводит к увеличению ее переменности.

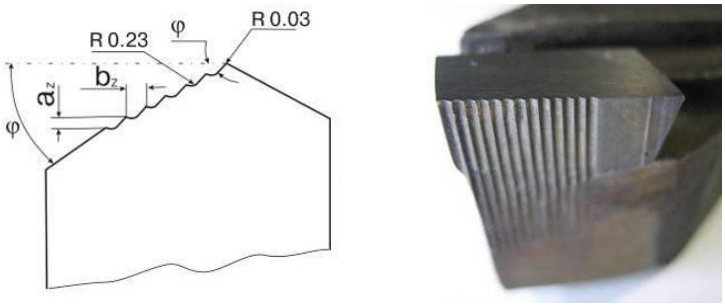
Очевидно, что для повышения эффективности процесса УЗ резания многолезвийным инструментом необходимо разработать методы снижения переменности суммарной силы резания. К числу таких методов следует отнести разработанный нами способ аналитического исследования суммарной силы резания при обработке многолезвийным режущим инструментом (патент РА №1770 А2), который основан на том, что для всех форм единичных импульсов силы резания наибольшая и наименьшая величины суммарной силы резания соответствуют определенным характерным точкам. При этом характерными являются все моменты изменения условий резания: вход в работу нового режущего зуба инструмента; выход из работы последнего режущего

инструмента; изменение фронта нарастания единичного импульса силы резания; достижение наибольшего значения единичного импульса силы резания. По величинам суммарной силы резания во всех характерных точках и их абсциссам определяется аналитическая зависимость суммарной силы резания от угла поворота режущего инструмента. Такое решение аналитического исследования суммарной силы резания позволяет исключить необходимость определения суммарной силы резания в любом положении многолезвийного режущего инструмента, что представляет собой весьма сложную, а в некоторых случаях - нерешаемую математическую задачу.

На основе этого получены аналитические зависимости наибольшей и наименьшей величин суммарной силы резания, переменности ее абсолютной величины и степени равномерности от числа одновременно режущих зубьев многолезвийного инструмента для всех основных форм единичного импульса силы резания, позволяющие управлять процессом обработки многолезвийным инструментом. Установлены возможности равномерного резания для всех основных форм единичных импульсов силы резания при обработке многолезвийным режущим инструментом и условие его осуществления с минимальной переменностью суммарной силы резания.

С учетом сказанного разработана технология многопроходного нарезания зубчатых колес [32], сущность которой заключается в том, что в зависимости от требуемой шероховатости поверхности зубьев нарезаемых колес устанавливают по возможности наибольшее число проходов. Из стандартного ряда промышленных долбяков (ГОСТ 9323-79), как сточенных, так и не бывших в употреблении, выбирают тот инструмент, который обеспечивает наименьшую суммарную силу резания и величину ее переменности. Такая технология нарезания зубчатых колес позволяет повысить точность их обработки на обычных серийно выпускаемых зубодолбежных станках стандартными долбяками, как минимум, на одну степень точности по ГОСТ 1643-81. Для осуществления технологии многопроходного нарезания зубчатых колес установлена обобщенная закономерность назначения глубины врезания долбяка из условия равенства сил при каждом проходе применительно к любым числам проходов и смещениям исходного контура нарезаемого колеса [32].

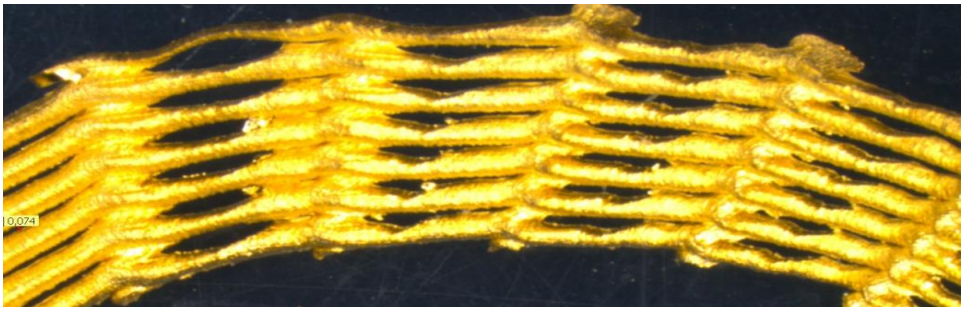
Другим, как нам кажется, достаточно удачным решением снижения общей нагруженности обрабатывающей системы является разработанный в базовой лаборатории МТ резец с многоступенчатым лезвием (рис. 4) [37,38]. Вершины ступеней резца с многоступенчатым лезвием в направлении глубины резания находятся на расстоянии 0,3…0,4 *мм* друг от друга, а в направлении подачи - на расстоянии 0,6…0,8 *мм*. При этом лезвие разделено на отдельные режущие части, каждая часть содержит по три режущие ступени.



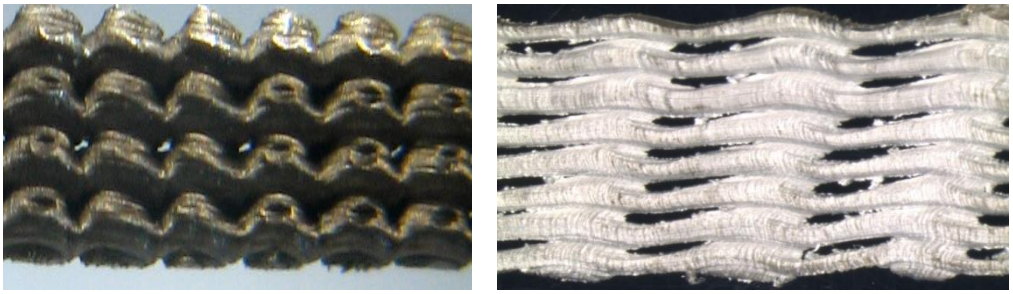
а) б)

Рис.4. Резец с многоступенчатым лезвием: а - геометрия, б - общий вид

Применение такого резца позволяет до двух и более раз уменьшить суммарную силу резания за счет нелинейности зависимости силы резания от глубины резания при малых ее величинах (патент РА №2634 А2). Проведенные исследования показали, что при резании резцом с многоступенчатым лезвием при определенных режимах резания получается сетчатая стружка (рис. 5), которая облегчает условия проникновения СОЖ в зону резания, что способствует улучшению условий резания.



а)



б) в)

Рис.5. Стружки, полученные при резании резцом с многоступенчатым лезвием: а - латунь марки Л62, б - сталь Stavax, в - дюралюминий марки Д16

Полученными результатами был воодушевлен проф. Христафорян С.Ш., который на одной из севастопольских международных научно-технических конференций Международного союза машиностроителей, где присутствовали представительства из более чем 20-ти стран, раздал всем участникам во время дружественной встречи цветные фотографии этих стружек и задал вопрос: “А скажите, пожалуйста, дорогие коллеги! Каким образом армяне получили такую стружку?”. Его воодушевление нам было понятно, так как согласно разработанной им теории резания, основанной на самоорганизации неравновесных систем, продуктом процесса является не деталь, как было принято считать, а стружка [31]. Деталь же является тем, что остается после получения стружки: чем лучше стружка, тем качественнее оставшаяся часть заготовки, называемая деталью. Помнится, после этого профессор Анджей Бухач из Силезского технологического университета Польши подошел к нам и сказал: “Степан Шмавонович! Наконец, я въезжаю в Вашу теорию резания”. Нам было очень приятно это слышать.

Есть еще много технологий и разработок, которые были впервые осуществлены в лаборатории МТ, однако в связи с ограниченностью объема статьи здесь они не приводятся. Об этом мы расскажем в следующем номере.

Заключение. Для научно-исследовательской базовой лаборатория МТ, являющейся по идее правопреемником проблемной лаборатории ПРР, основанной в 1967 г., этот год юбилейный. За эти полвека лаборатория добилась определенных успехов в области исследования, разработки, развития и совершенствования теории и практики резания материалов лезвийным инструментом, в том числе УЗ методами, а также обработки материалов применением УЗК, в частности: УЗ эмульгирования несмешиваемых жидкостей; УЗ упрочнения рабочих поверхностей деталей машин пластическим деформированием; создания поверхностного регулярного рельефа на трибологических поверхностях деталей машин. На основе полученных результатов по основным направлениям базовой лаборатории МТ, начиная со дня ее создания, защищены 2 докторские, более 40 кандидатских диссертаций, полчены более 40 авторских свидетельств и патентов РФ и РА.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного комитета по науке при Министерстве образования и науки Республики Армения в рамках тематики научно-исследовательской базовой лаборатории ”Машиностроительные технологии” Национального политехнического университета Армении.

Литература

1. **Balamuth L.** Recent developments in ultrasonic metalworking // SAE Preprints. S.A. - 1966. -№ 849 G. - P. 10.
2. **Розенберг Л.Д.** Физика и техника мощного ультразвука. Книга 1: Источники мощного ультразвука. - М.: Наука, 1967. - 379 с.
3. **Розенберг Л.Д.** Физика и техника мощного ультразвука. Книга 2: Мощные ультразвуковые поля.- М.: Наука, 1968. – 268 с.
4. **Розенберг Л.Д.** Физика и техника мощного ультразвука. Книга 3: Физические основы ультразвуковой технологии. - М.: Наука, 1970. — 689 с.
5. **Розенберг Л.Д., Казанцев В.Ф., Макаров Л.О., Яхимович Д.Ф.** Ультразвуковое резание. -М.: Изд. АН СССР, 1962. – 252 с.
6. **Агранат Б.А.** Основы физики и техники ультразвука. - М.: Высшая школа, 1987. — 352 с.
7. **Северденко В.П., Клубович В.В., Степаненко А.В.** Ультразвук и пластичность. – Минск: Наука и техника, 1976. – 448с.
8. **Марков А.И.** Ультразвуковое резание труднообрабатываемых материалов. - М.: Машиностроение, 1968. – 268 с.
9. **Марков А.И.** Ультразвуковая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1980. - 240с.
10. **Мартынов В.Д.** Основы ультразвуковой обработки отверстий резанием. - Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1969. - 212 с.
11. **Бергман Л.** Ультразвук и его применение в науке и технике. - М.: Иностранная литература, 1957. — 726 с.
12. **Кумабэ Д.** Вибрационное резание. - М.: Машиностроение, 1985. - 424 с.
13. **Казанцев В.Ф.** Расчёт ультразвуковых преобразователей для технологических установок. - М.: Машиностроение, 1980. - 44 с.
14. **Гершгал Д.А., Фридман В.М.** Ультразвуковая аппаратура промышленного назначения. - М.: Энергия, 1967. - 263 с.
15. **Бекренев Н.В., Злобина И.В.** Развитие ультразвуковых технологий размерной обработки в Саратове // Научно-технический журнал “Вопросы электротехнологии”. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2015. - № 1. - С. 18-27.
16. Применение ультразвука в процессе получения деталей прессованием и давлением: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: № гр. 74049127 (Рук. **Вартанян М.Е.**, отв. исполн. **Исаакян С.Г.)**. - Ереван, 1967. - 93 с.
17. Применение ультразвука в процессе получения деталей прессованием: Отчет по НИР ЕрПИ им. К. Маркса: № гр. № ГР 74049127 (Рук. **Вартанян М.Е.,** исполнители: **Исаакян С.Г**., **Сафарян А.Г**., **Овсепян Г.С.)**. - Ереван, 1968. - 87 с.
18. **Исаакян С.Г.** Эффективность наложения ультразвуковых колебаний при прессовании металлических порошков: Дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / ЕрПИ.– Ереван, 1968.-19с.

19. **Иса Махмуд Ахмед.** Повышение эффективности изготовления фармацевтических таблеток с использованием ультразвука: Дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Гос. инж. ун-т Армении. – Ереван, 1999. - 19 с.
20. Патент РА №667. Способ прессования таблеток / **Иса Ахмед, А.В. Артунян, А.Б. Баласанян, С.Б. Баласанян, Э.С. Христафорян, С.Ш. Христафорян, Б.С. Баласанян.** – Ереван, 1999. - 5 с.
21. **Артунян А.В.** Повышение эффективности пластического деформирования материалов применением ультразвуковых колебаний: Автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.02 / Гос. инж. ун-т Армении. – Ереван, 2008. – 24 с.
22. **Христафорян С.Ш., Баласанян Б.С., Артунян А.В.** Повышение эффективности процесса прессования деталей в закрытых объемах с применением сложных схем наложения ультразвуковых колебаний // Проблемы прикладной механики: Международный научный журнал. – Тбилиси, 2004. - 2(15). –С. 74-77.
23. **Христафорян С.Ш., Артунян А.В.** Особенности процесса прессования материалов в закрытых объемах с использованием различных схем наложения УЗК // Международный сборник научных трудов “Прогрессивные технологии и системы машиностроения”. - Донецк: изд. ДонНТУ, 2006. - Вып. 31. - С. 305-310.
24. Исследование и разработка процессов обработки материалов с применением ультразвука: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: № ГР.74049127., инв. № Б354290 (Рук. **Вартанян М.Е.,** исполнители: **Исаакян С.Г**., **Сафарян А.Г**., **Киракосян А.Б., Баласанян Б.С.).** - Ереван, 1979. – 136 с.
25. Исследование контактных явлений в ультразвуковом поле: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: № ГР. 74049127. инв. № Б3398721 (Рук. **Вартанян М.Е.**, исполн.: **Сафарян А.Г**., **Киракосян А.Б., Баласанян Б.С.).** - Ереван, 1979. 108 с.
26. Влияние акустического поля на динамику процесса зубодолбления: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: № ГР. 74049127., инв. № 910675 (Рук. **Вартанян М.Е.,** отв. исполн.: **Баласанян Б.С.).** - Ереван, 1980. - 124 с.
27. Исследовать и разработать процесс зубодолбления с наложением УЗК с целью внедрения в отрасли машиностроения: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: № ГР. 74049127. инв. № 53818 (Рук. **Вартанян М.Е.,** исполн.: **Христафорян С.Ш., Баласанян Б.С.).** - Ереван, 1982. - 64 с.
28. Разработка процессов обработки материалов с применением ультразвуковых колебаний: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: № ГР. 74049127. инв. № 856910 (Рук. **Вартанян М.Е.,** исполн.: **Сафарян А.Г**., **Христафорян С.Ш., Баласанян Б.С.).** - Ереван, 1982. - 41 с.
29. Разработка предложения для внедрения ультразвуковой технологии обработки зубчатых колес: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: № ГР. 02840061165 (Рук. **Вартанян М.Е.,** исполн.: **Баласанян Б.С., Христафорян С.Ш.).** -Ереван, 1983.-24с.
30. Исследование процесса зубошевингования с использованием УЗК и разработка рекомендаций по внедрению УЗ технологии: Отчет по НИР ЕрПИ им.К.Маркса: №

ГР. 02820060414 (Рук. **Вартанян М.Е.,** исполн.: **Егиазарян Р.А., Баласанян Б.С.).** - Ереван, 1984. - 88 с.

31. **Христафорян С.Ш.** Теоретические и технологические основы повышения эффективности обработки материалов использованием ультразвуковых колебаний: Автореф. дис. … докт. техн. наук: 05.03.02 / Гос. инж. ун-т Армении. – Ереван, 1996. -32 с.
32. **Баласанян Б.С.** Теоретические и технологические основы повышения устойчивости обрабатывающих систем применением ультразвука: Автореф. дис. … докт. техн. наук: 05.03.02 / Гос. инж. ун-т Армении. –Ереван, 2003.-35с.
33. **Егиазарян Р.А.** Повышение эффективности процесса зубошевингования использованием ультразвуковых колебаний: Автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.02 / Киевский политехнический институт. – Киев, 1989. -16 с.
34. **Фридман В.М**. Исследование интенсификации физико-химических процессов систем Ж-Ж и Ж-Т при воздействии акустических колебаний и разработка акустической химико-технологической аппаратуры: Автореф. дис. … докт. техн. наук. -М., 1975. – 22 с.
35. **Баласанян А.Б.** Повышение эффективности процесса эмульгирования наложением колебательных полей: Автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.02 / Гос. инж. ун-т Армении. – Ереван, 2006. - 21с.
36. **Христафорян Э.С.** Повышение эффективности процесса шабрения использованием ультразвуковых колебаний: Автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.02 / Гос. инж. ун-т Армении. – Ереван, 1999. – 19 с.
37. **Гараян А.В.** Повышение устойчивости процесса многолезвийной обработки регулированием числа одновременно работающих лезвий: Автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.02 / Гос. инж. ун-т Армении.– Ереван, 2008. - 22с.
38. **Юрмузян Д.Г.** Повышение эффективности обработки металлов применением резца с многоступенчатым лезвием: Автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.02 / Гос. инж. ун-т Армении. – Ереван, 2010. - 23с.

Поступила в редакцию 06.05.2017.
Принята к опубликованию 14.06.2017.

ՈՒԼՏՐԱՁԱՅՆԱՅԻՆ ՄԵՔԵՆԱՇԻՆԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԶԱՐԳԱՑՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆՈՒՄ

Բ.Ս. Բալասանյան

Ներկայացված են ուլտրաձայնային մեքենաշինական տեխնոլոգիաների զարգացման փուլերը Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում (ՀԱՊՀ): Ցույց է տրված, որ հեռանկարային տեխնոլոգիաների ստեղծման և ներդրման գիտական քաղաքականության համաձայն, որը գոյություն ուներ նախկին ԽՍՀՄ-ում, նոր գործընթացների տեսական և փորձարարական մշակման բազաները կենտրոնացվում էին ակադեմիական ինստիտուտներում և բուհերում: 1967 թ. ԽՍՀՄ-ի գիտության և կրթության Պետական կոմիտեի (ԽՍՀՄ ԳԿՊԿ) որոշմամբ Երևանի Կ.Մարքսի անվան պոլիտեխնիկական ինստիտուտում (ԵրՊԻ) ԽՍՀՄ ԳԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., պրոֆեսոր Մ.Վ. Կասյանի ղեկավարությամբ ստեղծվել էր "Կտրման ռեոլոգիա" պրոբլեմային լաբորատորիան (ԿՌՊ): ԿՌՊ-ի կազմում Մ-02 “Ուլտրաձայնային տեխնոլոգիաներ” լաբորատորիայի գիտական ղեկավար էր նշանակվել Հայրենական մեծ պատերազմի վետերան, շնորհաշատ կազմակերպիչ և գիտնական, պրոֆեսոր Մ.Ե. Վարդանյանը, ով իր շուրջը համախմբեց կոլեկտիվի երիտասարդ մասնագետներին և “Մեքենաշինության տեխնոլոգիա” ամբիոնի, իսկ 1968 թ. “Մեքենաշինության ավտոմատացում և համալիր մեքենայացում” նոր ամբիոնի աշխատակիցներին: Հայաստանի Հանրապետության Կառավարության որոշմամբ 01.01.2005թ. Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանում (ՀՊՃՀ) կազմակերպվեց "Մեքենաշինական տեխնոլոգիաներ" բազային գիտահետազոտական լաբորատորիան (ՄՏ), որը դարձավ ԿՌՊ պրոբլեմային լաբորատորիայի իրավահաջորդը:

Լաբորատորիան կես դարում ձեռք է բերել որոշակի գիտական հաջողություններ սայրային կտրման գործընթացների, այդ թվում՝ նաև ուլտրաձայնային եղանակներով, ինչպես նաև ուլտրաձայնային տատանումների (ՈւՁՏ) կիրառմամբ նյութերի մշակման, մասնավորապես՝ չխառնվող հեղուկների ուլտրաձայնային էմուլգացման, պլաստիկ դեֆորմացմամբ մեքենամասերի բանվորական մակերևույթների ուլտրաձայնային ամրացման, մեքենամասերի շփական մակերևույթների վրա կանոնավոր մակերևութային ռելիեֆի ստեղծման հետազոտության, մշակման, զարգացման և տեսության ու պրակտիկայի կատարելագործման ոլորտներում:

Աշխատանքում ներկայացվում են հակիրճ տեղեկություններ լաբորատորիայի գիտական գործունեության վերաբերյալ: ՄՏ բազային լաբորատորիայի ստեղծման օրվանից սկսած՝ նրա հիմնական ուղղություններով ստացված արդյունքների հիման վրա պաշտպանվել են 2 դոկտորական, 40-ից ավելի թեկնածուական ատենախոսություններ, ստացվել են 40-ից ավելի հեղինակային վկայականներ, ՌԴ-ի և ՀՀ-ի պատենտներ:

Առանցքային բառեր. բազային լաբորատորիա, ուլտրաձայն, մեքենաշինություն, տեխնոլոգիա, կտրում, ատամնամշակում, էմուլգացում, բազմաստիճան սայր, կտրող գործիք.

DEVELOPING ULTRASONIC MACHINE BUILDING TECHNOLOGIES AT NATIONAL POLYTECHNIC UNIVERSITY OF ARMENIA

B.S. Balasanyan

The development stages of ultrasonic machine building technologies at National Polytechnic University of Armenia (NPUA) are introducted. It is shown that on the basis of scientific policy for the creation and implementation of promising technologies, existing in the USSR, according to which the development of the theoretical and experimental bases of new processes concentrated in academic institutions and universities, in 1967, by the decision of the State Committee of Science and Education (SCS and E), in Yerevan Polytechnic Institute after K. Marx (YrPI), under the supervision of the Academician of the USSR AS, Dr of tech. sci., Prof. M.V. Kasyan, a laboratory “Rheology of cutting” (PRC) was established. As a supervisor of the laboratory M-02 “Ultrasonic technology” in YPI was assigned a veteran of the great Patriotic War, a talented organizer and scientist, Professor M.E. Vardanyan, who rallied a team of young professionals and employees of the Department “Technology of Mechanical Engineering”, and since 1968 - the new Chair of “Automation and Complex Mechanization of Mechanical Engineering”. Based on the resalution of the Republic of Armenia Government from 01.01.2005, at State Engineering University of Armenia (SEUA), a basic research laboratory “Engineering technology” (ET), which was the successor of the base laboratory of the PRC was organized. For half a century, the laboratory has had certain achievements in the field of research, design, development and improvement of the theory and practice of cutting materials with a cutting tool, including the ultrasonic methods and processing of materials by application of ultrasonic vibrations (ultrasonic testing), in particular: ultrasonic emulsification of immiscible liquids, ultrasonic hardening of the working surface of machine parts by plastic deformation, creation of regular surface topography on the frictional surfaces of machine parts. The work summarizes the research activities of the laboratory. Based on the results in the key areas of the basic laboratory ET, since the day of its establishment, 2 doctorte and over 40 Master's theses have been defended, more than 40 copyright certificates and patents of the RF and RA have been received.

Keywords: basic laboratory, ultrasound, mechanical engineering, technology, cutting, gear treatment, emulsifying, multi-blade cutting tool.