

УДК 621.9

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ В НАЦИОНАЛЬНОМ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ АРМЕНИИ**

Б.С. Баласанян

Национальный политехнический университет Армении

Показано, что основными научными направлениями в области исследования ультразвуковых технологий и разработки устройств для их осуществления в Национальном политехническом университете Армении (НПУА) были исследования процессов: ультразвуковой размерной обработки отверстий в твердых и одновременно хрупких металлических и металлокерамических материалах, ультразвукового формообразования деталей из металлических порошков, ультразвуковой сварки, ультразвукового точения, растачивания, зубошевингования и зубодолбления среднемодульных зубчатых колес из труднообрабатываемых металлов и сплавов для узлов специальной техники. Отмечено, что продолжение исследований процессов резания труднообрабатываемых материалов лезвийным инструментом с применением ультразвука в Армении стало неактуальным.

Обосновано, что в настоящее время в Армении на высоком уровне развития находятся пищевая, фармацевтическая, ювелирная, строительная, камнеобрабатывающая промышленности, высокими темпами развивается военно-промышленный комплекс страны, где используют высокоскоростные технологические машины и аппараты, которые часто отказывают в работе, и в связи с этим возникает необходимость частого ремонта, восстановления изношенных или изготовления новых деталей машин, в некоторых случаях - в полевых условиях. Отмечено, что перспективные направления совершенствования ультразвуковых машиностроительных технологий в НПУА следует планировать с учетом их востребованности в вышеотмеченных областях промышленности.

Установлены перспективные направления развития и возможности совершенствования ультразвуковых машиностроительных технологий в НПУА.

Ключевые слова: ультразвук, технология, перспектива, развитие, выглаживание, обкатка, поверхностное пластическое деформирование, качество, износостойкость, детали машин.

Введение. Одним из основных научных направлений базовой лаборатории “Проблемы реологии резания”, основанной в 1967 году в Ереванском

политехническом институте (ЕрПИ), было исследование процессов обработки материалов применением ультразвуковых колебаний (УЗК) [1]. В период 1967-1979 гг. приоритетными направлениями научно-исследовательских работ были:

- исследование процессов обработки отверстий с различными формами сечений в твердых и одновременно хрупких металлических и металлокерамических материалах ультразвуковой прошивкой в среде свободного абразива и колеблющегося с ультразвуковой частотой прошивочного инструмента. Результаты этих исследований были внедрены для ультразвуковой прошивки отверстий в часовых камнях иглообразным инструментом [2];
- исследование процессов ультразвукового формообразования деталей из металлических порошков различных составов путем их прессования пуансоном, колеблющимся в осевом направлении с ультразвуковой частотой. Результаты этих исследований были использованы для изготовления твердосплавных режущих пластин марок Т15К6 и ВК8 путем прессования их смешанных порошковых компонентов [3-5];
- применение УЗК для ультразвуковой сварки элементов малогабаритных реле с целью получения неразъемных соединений. Результаты этих исследований были внедрены для ультразвуковой сварки бронзовых и нейзильберовых пружин к контактам реле, а также коваровых пластин к пластинам магнитопровода реле [6].

В период 1980-2005 гг. к основным направлениям научных исследований лаборатории добавились исследования процессов резания лезвийным инструментом:

- точение и растачивание деталей летательных аппаратов из труднообрабатываемых металлов и сплавов применением радиальных и тангенциальных УЗК резца, направленных на повышение точности и производительности обработки [7,8];
- зубодолбление среднемодульных зубчатых колес из труднообрабатываемых металлов и сплавов для узлов специальной техники применением осевых УЗК инструмента или заготовки, направленных на повышение качества обработки и виброустойчивости процесса [9-12];
- зубошевингование труднообрабатываемых металлов и сплавов с применением радиальных или тангенциальных УЗК шевера с целью повышения эффективности и расширения технологических возможностей процесса [13,14],

а также процессов ультразвукового эмульгирования органических и растительных масел в воде с целью получения экологически чистых смазочно-

охлаждающих технологических средств с увеличенным ресурсом их применения при осуществлении различных процессов резания материалов [13,14].

Результаты этих исследований достаточно подробно освещены в нашей предыдущей работе [1] и поэтому здесь не приводятся. Анализ этих результатов показывает, что продолжение исследований процессов резания труднообрабатываемых материалов лезвийным инструментом с применением УЗК в Армении стало неактуальным, что связано с полным развалом бывшего мощного машиностроения республики и отсутствием заинтересованных и, в первую очередь, платежеспособных предприятий, способных финансировать проведение новых научных исследований по разработке современных эффективных ультразвуковых технологий и средств для их осуществления.

Наряду с этим следует отметить, что в настоящее время в Армении, по сравнению с бывшей АрмССР, на более высоком уровне развития находятся пищевая, фармацевтическая, ювелирная, строительная, камнедобывающая, камнеобрабатывающая и горная отрасли промышленности, в том числе по добыче сырья и их переработке. Во всех предприятиях отмеченных областей промышленности используют высокоскоростные технологические машины и аппараты, которые часто отказывают в работе, и в связи с этим возникает необходимость частого ремонта, восстановления изношенных или изготовления новых деталей машин, которые могут осуществляться только на механических участках этих или соседних предприятий.

Заметим также, что в настоящее время в Армении высокими темпами развивается военно-промышленный комплекс (ВПК) страны. Это связано с тем, что республика практически находится в военном положении, и возникает насущная необходимость обеспечения Вооруженных сил Армении стрелковым оружием и боеприпасами собственного производства, осуществления ремонта подбитой тяжелой военной техники, летательных аппаратов и огнестрельного оружия, разработки нового боевого оружия и беспилотных летательных аппаратов.

Таким образом, перспективные направления совершенствования ультразвуковых машиностроительных технологий в Национальном политехническом университете Армении следует планировать с учетом их востребованности в вышеотмеченных областях промышленности.

Перспективные направления совершенствования ультразвуковых машиностроительных технологий в НПУА

Первое направление. Во всех отраслях современного машиностроения основной целью является повышение качества и надежности технологического производимого оборудования, что налагает серьезные требования к качеству поверхностного слоя и эксплуатационных свойств деталей машин. Для обеспечения необходимого качества поверхностного слоя деталей машин в

технологии машиностроения применяют финишные методы обработки, к числу которых относятся различные способы абразивной и термической обработки легированием и нанесением на рабочие поверхности деталей машин износостойких покрытий, а также их упрочнением методами поверхностного пластического деформирования (ППД).

Наиболее прогрессивными методами ППД, направленными на повышение качества и эксплуатационных свойств деталей машин, являются технологии выглаживания их поверхностей с наложением на инструмент УЗК вдоль нормали к обрабатываемой поверхности. На основе многочисленных результатов таких исследований установлено, что методы ППД с УЗК индентора в несколько раз улучшают качественные показатели традиционных способов обработки [15,16]. В этой связи исследование новых возможностей повышения эффективности применения УЗК в процессе ППД рабочих поверхностей деталей машин - одна из важнейших и актуальных задач машиностроения. К числу таких методов следует отнести разработанный в НПУА новый способ осуществления процесса ППД с применением УЗК индентора вдоль результирующей силы выглаживания (патент РА №3006 А2).

На основе проведенных нами аналитических исследований такого процесса установлено, что при определенных режимах обработки и амплитуды УЗК в течение некоторого промежутка времени происходит полный отрыв поверхности индентора от обрабатываемого материала [17]. Одновременно доказано, что, при прочих равных условиях, промежуток времени, в течение которого сферический индентор находится в полном отрыве от обрабатываемого материала, в случае УЗК индентора вдоль результирующей силы выглаживания на 10...40% больше по сравнению с процессом ППД с радиальными УЗК индентора, а при условии их равенства обеспечивается возможность повышения скорости обкатки и снижения ее средней силы. Одним из основных достоинств процесса ППД с применением УЗК индентора вдоль результирующей силы выглаживания является то, что в процессе обработки результирующая сила обкатки всегда направлена в тело индентора, вследствие которого повышается его динамическая устойчивость.

Экспериментальными исследованиями установлено [17], что применение метода ППД рабочих поверхностей деталей машин с наложением на индентор УЗК в направлении результирующей силы обкатки, при обеспечении условия равенства промежутков времени рабочего и холостого ходов индентора в течение одного периода его колебаний, дает возможность повышения скорости обкатки до 1,4 и уменьшения средней силы обкатки до 1,2...1,6 раза и более по сравнению с ППД с радиальными УЗК.

Результаты этих исследований могут быть востребованы предприятиями ВПК Армении и особенно актуальны для полевых мастерских по ремонту и

восстановлению изношенных и изготовлению сломанных деталей тяжелой боевой техники. Это связано с тем, что военные полевые ремонтные мастерские не имеют в своем составе оборудования для термообработки и шлифования, и поэтому такие работы осуществляются в стационарных условиях, что приводит к значительному увеличению сроков ремонта техники. Предлагаемый способ финишной обработки можно осуществлять на универсальных токарном или фрезерном станках, входящих в состав оборудования полевой ремонтной мастерской, без использования процессов термообработки и абразивных методов финишной обработки. Следует отметить, что в этом случае одновременно улучшается качество поверхностного слоя ремонтируемой детали, что способствует повышению износостойкости ее рабочей поверхности и долговечности ее функционирования. Отметим также, что для осуществления названных работ в состав оборудования полевой мастерской необходимо включить генератор УЗК и виброобкатник или вибровыглаживатель общим весом не более 5 кг.

Для возможности осуществления вышеотмеченного требуется проведение экспериментальных исследований по выявлению оптимальных параметров ППД рабочих поверхностей деталей машин с наложением на индентор УЗК в направлении результирующей силы обкатки для конкретных пар материалов детали и обкатника или выглаживателя.

Второе направление. Данное направление является продолжением первого направления, сущность которого заключается в следующем. Если ППД рабочих поверхностей деталей машин с наложением на индентор УЗК в направлении результирующей силы обкатки осуществить в условиях применения газовых технологических сред, то в случае применения углерода наверняка будет происходить цементация, а в случае применения азота – азотирование обрабатываемой поверхности, что может способствовать дополнительному улучшению параметров качества поверхностного слоя и повышению эксплуатационных характеристик деталей машин. Для установления этих возможностей требуется проведение новых комплексных научных исследований. В настоящее время подготовлены технологическая оснастка и лабораторный стенд для исследования отмеченных процессов.

Третье направление. Данное направление связано с возможностями повышения износостойкости рабочих поверхностей деталей машин посредством формирования на них регулярного микрорельефа. Как известно [18], наиболее распространенными способами образования регулярных микрорельефов являются механические, включающие в себя ударный наклеп, центробежную обработку шариками, роликами, обкатывание шариком, роликом, накатывание и раскатывание вибрирующим инструментом и др. Параметрами, задающими характеристики формируемого регулярного микрорельефа, являются: частота

вращения заготовки, подача деформирующего элемента или заготовки, частота осцилляции деформирующего элемента и амплитуда осцилляции деформирующего элемента [18]. Управление образованием регулярного микрорельефа производится за счет варьирования соотношения скоростей движения заготовки и деформирующего элемента.

В настоящее время процесс формирования платообразного регулярного микрорельефа трущихся рабочих поверхностей деталей машин осуществляют выглаживанием на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) с деформирующим инструментом [19]. Сущность метода заключается в программировании траектории движения центра индентора, что позволяет реализовать как новые типы траектории индентора, так и любой закон их изменения.

Недостатком отмеченных методов формирования на рабочих поверхностях деталей регулярного микрорельефа является возможность их получения только с выпуклыми или вогнутыми элементарными поверхностями, что исключает возможность формирования платообразного (плосковершинного) профиля.

Для устранения этих недостатков обработку поверхности производят в два этапа: на первом этапе создают регулярный рельеф канавок инструментом для выглаживания с рабочей формой, соответствующей профилю канавки, а на втором этапе формируют плосковершинный профиль выглаживателем, формирующим плосковершинный профиль (патент РФ №2401731). В результате реализации этого способа можно сформировать платообразный регулярный микрорельеф с определенной опорной способностью за счет плоских вершин микрорельефа и улучшенными условиями смазки за счет наличия масляных карманов с регулярным профилем. В результате повышается износостойкость деталей, работающих при высоких нагрузках в условиях трения скольжения со смазкой. К сожалению, необходимость осуществления отмеченного метода в два этапа существенно влияет на производительность обработки.

На основе анализа преимуществ и недостатков отмеченных методов формирования на рабочих поверхностях деталей машин платообразного регулярного микрорельефа в базовой научно-исследовательской лаборатории «Машиностроительные технологии» НПУА разработан новый способ формирования регулярного микрорельефа (патент РА №3138 А2), сущность которого заключается в том, что в течение времени формирования смазочных карманчиков в контакте между поверхностями детали и формирующим инструментом увеличивают статическую силу и амплитуду вибраций формирующего инструмента, при этом увеличение статической силы и амплитуды вибраций формирующего инструмента осуществляют в течение одного периода колебаний, а их величины определяют экспериментальным путем в зависимости от глубины микропрофиля смазочных карманчиков. Это

позволяет в процессе формирования регулярного микрорельефа одновременно получать элементы платообразного профиля и смазочных карманчиков. В результате реализации этого способа увеличивается производительность формирования платообразного регулярного микрорельефа за счет совмещения операции получения плоских вершин с операцией формирования масляных карманов микрорельефа. Основным недостатком этого и предыдущих способов является то, что опорная способность сформированного платообразного регулярного микрорельефа не является оптимальной, так как микрорельеф получен без учета оптимальных параметров геометрии масляных карманов и шага между ними, а также геометрии и параметров шероховатости платообразного элемента. На современном этапе развития технологии машиностроения на рабочей поверхности детали машин можно сформировать регулярный микрорельеф поверхности с заданными параметрами формы и размеров смазочных карманов и шероховатости платообразного элемента. Однако в настоящее время отсутствуют точные расчетные методы нормирования параметров регулярного микрорельефа поверхности, и для их определения требуется проведение трудоемких и затратных экспериментальных исследований. В процессе этих исследований обрабатывают образцы с различными параметрами микрорельефа, измеряют опорные поверхности всех образцов и на основе кривой Аббота определяют образец с наибольшей опорной способностью.

В перспективе планируется разработка нового способа ультразвукового формирования платообразного регулярного микрорельефа трущихся рабочих поверхностей деталей машин с наибольшей опорной способностью путем моделирования платообразного регулярного микрорельефа и проведения численного эксперимента для определения его оптимальных параметров. Способ найдет применение в энергомашиностроении, двигателестроении, предприятиях ВПК и др. отраслях машиностроения в процессах ультразвукового формирования регулярного микрорельефа на трущихся поверхностях деталей машин, работающих в условиях высоких знакопеременных циклических и температурных нагрузок.

Четвертое направление. Как было отмечено ранее, одним из основных научных направлений базовой научно-исследовательской лаборатории “Машиностроительные технологии” НПУА было исследование процессов ультразвукового эмульгирования органических и растительных масел в воде, при проведении которых были разработаны: ультразвуковой излучатель (патент РА №1569 А2), способ возбуждения ультразвуковых колебаний в прямоугольной мембране (патент РА №1570 А2), ультразвуковой реактор (патент РА №2166 А2), способ получения водно-парафиновой эмульсии (патент РА №2371 А2).

Самым удачным из этих разработок оказался ультразвуковой реактор (патент РА №2166 А2), который позволил создание в жидкой среде ультразвуковых колебаний и низкочастотных колебаний порядка 10 Гц , что дало возможность повысить производительность процесса эмульгирования до 50% и более. Наряду с этим было установлено, что в случае применения такого ультразвукового реактора в первые секунды процесса эмульгирования получается новая материальная структура, которая наблюдается в виде белого осадка на дне прозрачного реактора. Это позволяет заключить, что плотность этой структуры больше плотности компонентов эмульсии. В нашем случае осуществлялся процесс эмульгирования оливкового масла в воде. Таким образом, плотность полученной новой материальной структуры оказалась больше плотности воды.

Следовательно, наверняка можно сказать, что в первые секунды процесс эмульгирования происходит на молекулярном уровне, и цепные молекулы масла пробиваются через свободное пространство между молекулами воды, из-за чего плотность такой структуры увеличивается. Какими свойствами обладает такая материальная структура, где можно ее использовать (возможно, для изготовления лекарственных препаратов для внутривенного введения в живые организмы), какова ее энергетика и др., до сих пор не установлено. В этой связи вопросы изучения свойств новых материальных структур, получаемых в первые секунды процесса эмульгирования, установления возможности их непрерывного получения, так как примерно после 20 с они разлагаются и смешиваются с двумя видами образованных в реакторе эмульсий, а также определения области ее практического применения представляют интересную научную задачу, требующую проведения новых комплексных исследований.

Пятое направление. Вспомним, что упругие УЗК в материальной среде могут быть созданы на основе магнестрикционного и электрострикционного явлений, которыми обладают некоторые магнитоупругие и пьезокерамические материалы. Основным достоинством магнестрикционных УЗК является развиваемая ими высокая удельная мощность по отношению к сечению трансформатора, которая в 5 и более раз выше по сравнению с пьезокерамическими преобразователями УЗК; они позволяют получать значительные величины амплитуды УЗК и отличаются высокой надежностью. Основным недостатком таких преобразователей УЗК является необходимость водяного или иного жидкого охлаждения, что несколько усложняет конструкцию преобразователя.

Самым слабым звеном магнестрикционных преобразователей УЗК является место пайки пакета трансформатора к концентратору колебаний или волноводу. Это связано с тем, что в трансформаторе преобразователя УЗК, помимо осевых, возникают также поперечные колебания, а следовательно, и

касательные механические напряжения, под циклическим действием которых с течением времени пакет может отсоединиться от концентратора.

С целью увеличения прочности пайки пакета трансформатора к концентратору колебаний нами разработаны два новых способа (патент РА №3104 А2, патент РА №3105 А2), которые позволяют практически получить вечное соединение пакета трансформатора к концентратору колебаний, так как конструктивные элементы соединения гасят действие поперечных УЗК.

Разработан также способ изготовления малогабаритного магнитоотрицательного преобразователя колебаний, который может использоваться во всех областях применения ультразвуковых технологий, в частности, в нефтегазовой промышленности для стимуляции нефтяных и газовых скважин, в ювелирной промышленности для изготовления ручных ювелирных инструментов, в медицине для изготовления стоматологических и хирургических инструментов, в полевых военных мастерских для осуществления процесса ППД и в других областях промышленности, где востребованы мощные преобразователи УЗК при условии обеспечения их минимальных габаритных размеров.

Сущность разработанного способа изготовления двухстержневых магнитоотрицательных преобразователей УЗК заключается в том, что из ленты магнитоупругого материала штампуют прямоугольные пластины, из которых собирают пакет магнитопровода, торец которого паят с волноводом. Затем пакет магнитопровода разделяют на два одинаковых стержня, на них устанавливают прокладки из термостойкого электроизоляционного материала и наматывают обмотки возбуждения УЗК. Между этими обмотками устанавливают прокладку из термостойкого электроизоляционного материала, обмотки сжимают и доводят до соприкосновения с прокладкой, а свободные концы стержней магнитопровода жестко соединяют друг с другом.

Основным преимуществом этого способа изготовления двухстержневых магнитоотрицательных преобразователей УЗК является возможность применения безотходной технологии вырубки прямоугольных пластин магнитопровода, связанной с отсутствием в них прямоугольных отверстий, а также уменьшение потерь дорогостоящего магнитоупругого материала в пределах 10...35%.

В перспективе планируется изготовление ряда таких преобразователей для вышеотмеченных областей и их сравнение с аналогичными по мощности пьезокерамическими преобразователями УЗК. Помимо этого, планируется установление возможностей изготовления аналогичным способом трехстержневых магнитоотрицательных преобразователей УЗК.

Заключение

Исследование процессов резания труднообрабатываемых материалов лезвийным инструментом с применением ультразвука в Армении стало неактуальным. В настоящее время в республике на высоком уровне развития находятся пищевая, фармацевтическая, ювелирная, строительная, камнеобрабатывающая промышленности, высокими темпами развивается военно-промышленный комплекс страны, где используют высокоскоростные технологические машины и аппараты, которые часто отказывают в работе, и в связи с этим возникает необходимость частого ремонта, восстановления изношенных или изготовления новых деталей машин, в некоторых случаях - в полевых условиях. Следовательно, перспективные направления совершенствования ультразвуковых машиностроительных технологий в НПУА следует планировать с учетом их востребованности в вышеотмеченных областях промышленности.

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. **Баласаян Б.С.** Развитие ультразвуковых машиностроительных технологий в Национальном политехническом университете Армении // Вестник НПУА: Механика, Машиноведение, Машиностроение. - 2017. - №1. - С. 9-33.
2. Исследование и разработка процессов обработки материалов с применением ультразвука: Отчет по НИР ЕрПИ им. К. Маркса: № ГР.74049127., инв. № Б354290 (Рук. **Вартамян М.Е.**, исполнители: **Исаакян С.Г., Сафарян А.Г., Киракосян А.Б., Баласаян Б.С.**). - Ереван, 1979. – 136 с.
3. Применение ультразвука в процессе получения деталей прессованием и давлением: Отчет по НИР ЕрПИ им. К. Маркса: № гр. 74049127 (Рук. **Вартамян М.Е.**, отв. исполн. **Исаакян С.Г.**). - Ереван, 1967. - 93 с.
4. Применение ультразвука в процессе получения деталей прессованием: Отчет по НИР ЕрПИ им. К. Маркса: № гр. № ГР 74049127 (Рук. **Вартамян М.Е.**, исполнители: **Исаакян С.Г., Сафарян А.Г., Овсепян Г.С.**). - Ереван, 1968. - 87 с.
5. **Исаакян С.Г.** Эффективность наложения ультразвуковых колебаний при прессовании металлических порошков: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / ЕрПИ.–Ереван, 1968.-19 с.
6. Исследование контактных явлений в ультразвуковом поле: Отчет по НИР ЕрПИ им. К. Маркса: № ГР. 74049127. инв. № Б3398721 (Рук. **Вартамян М.Е.**, исполн.: **Сафарян А.Г., Киракосян А.Б., Баласаян Б.С.**). - Ереван, 1979. - 108 с.

7. 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.
8. **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.
9. **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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. **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.
14. 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.
15. **Муханов И.И.** Импульсная упрочняюще чистовая обработка деталей машин ультразвуковым инструментом.-М.: Машиностроение, 1978.- 44 с.
16. **Холопов Ю.В.** Безабразивная ультразвуковая финишная обработка металлов - технология XXI века // Металлообработка. – СПб., 2001. – 56 с.
17. **Хачатрян Н.Г.** Повышение эффективности процесса обкатки поверхностей применением ультразвуковых колебаний: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.03.02 / Национальный политехнический ун-т Армении. – Ереван, 2016. - 21с.
18. **Шнейдер Ю.Г.** Образование регулярных микрорельефов на деталях и их эксплуатационные свойства. - М.: Машиностроение, 1972. -240 с.
19. **Суслов А.Г., Дальский А.М.** Научные основы технологии машиностроения. -М.: Машиностроение, 2002. - 684 с.

*Поступила в редакцию 06.11.2017.
Принята к опубликованию 18.12.2017.*

**ԳԵՐՁԱՅՆԱՅԻՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԱՐԴԻ ՎԻՃԱԿԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ
ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆՈՒՄ**

Բ.Ս. Բալասանյան

Ցույց է տրված, որ Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում (ՀԱՊՀ) գերծայնային տեխնոլոգիաների և դրանց իրականացման սարքավորումների մշակման հիմնական գիտական ուղղություններով հետազոտվել են կարծր և միաժամանակ փխրուն մետաղական և մետաղակերամիկական նյութերում անցքերի չափային մշակման, մետաղական փոշեհատիկներից մեքենամասերի ձևավորման, գերծայնային զոդման, հատուկ տեխնիկայով դժվարամշակ մետաղներից և համաձուլվածքներից մեքենամասերի գերծայնային շրջատաշման, ներտաշման, միջին մոդուլի ատամնանիվների ատամնաթորման ու ատամնանրբահղկման գործընթացները: Նշված է, որ Հայաստանում արդեն իսկ արդիական չեն սայրային գործիքով դժվարամշակ նյութերի գերծայնային տատանումներով կտրման գործընթացների հետագա հետազոտությունները:

Հիմնավորված է, որ ներկայումս Հայաստանում զարգացման բարձր մակարդակ են ձեռք բերել սննդի, դեղագործական, ոսկերչական, շինարարական, քարամշակման արդյունաբերությունները, բարձր տեմպերով է զարգանում ռազմական արդյունաբերական համալիրը, որտեղ օգտագործում են արագագործ տեխնոլոգիական մեքենաներ և սարքավորումներ, որոնք հաճախ խափանվում են, և այդ կապակցությամբ պարբերական վերանորոգման անհրաժեշտություն է առաջանում մաշված մեքենամասերի վերականգնման և նորերի պատրաստման համար հատկապես դաշտային պայմաններում: Նշված է, որ ՀԱՊՀ-ում գերծայնային մեքենաշինական տեխնոլոգիաների զարգացման հեռանկարային ուղղությունները վերոնշյալ ոլորտներում անհրաժեշտ է պլանավորել ըստ նրանց պահանջարկվածության:

Հաստատված են ՀԱՊՀ-ում գերծայնային մեքենաշինական տեխնոլոգիաների զարգացման հինգ հեռանկարային ուղղությունները և դրանց կատարելագործման հնարավորությունները, որոնց շարքն են դասված՝ հարթեցմամբ կամ գրտնակմամբ մեքենամասերի բանվորական մակերևույթների գերծայնային պլաստիկ դեֆորմացման, ազոտի կամ ածխածնի զազային միջավայրերում այդ գործընթացների իրականացման, մեքենամասերի բանվորական մակերևույթների մաշակայունության բարձրացման, դրանց վրա կանոնավոր միկրոռեփեֆի ձևավորման, օրգանական և բուսական յուղերի՝ ջրում էմուլզացման գերծայնային տեխնոլոգիական գործընթացների հետազոտությունները:

Առանցքային բառեր. գերծայն, տեխնոլոգիա, հեռանկար, զարգացում, հարթեցում, գրտնակում, մակերևութային պլաստիկ դեֆորմացում, որակ, մաշակայունություն, մեքենամաս:

**THE CURRENT STATE OF ULTRASOUND TECHNOLOGIES AND THE
PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT IN NATIONAL POLYTECHNIC
UNIVERSITY OF ARMENIA**

B.S. Balasanyan

It is shown that the main scientific directions in the field of ultrasonic technology research and the development of devices for their implementation at National Polytechnic University of Armenia (NPUA) were the research of the processes: ultrasonic treatment of holes in the hard and, at the same time, brittle metal and cermet materials, ultrasonic shaping of parts from metal powders, ultrasonic welding, ultrasonic turning, boring, machining of medium modular gears from hard-to-process metals and alloys for special machinery units. It is noted that the continuation of studies of the cutting processes of hard-to-work materials with a blade tool with the use of ultrasound in Armenia has become of little relevance.

It is substantiated that at present, in Armenia, the food, pharmaceutical, jewelry, construction, stone processing industries are highly developed, the military-industrial complex of the country is being developed rapidly, where high-speed technological machines and devices are used, which often fail to work, and in connection with this, there is a need for frequent repairs, restoration of worn-out, or the manufacture of new machine parts, in some cases in the field. It is mentioned that prospective directions for the improvement of ultrasonic engineering technologies in NPUA are planned, taking into account their relevance in the above-mentioned areas of industry.

Five prospective directions of development, and the possibilities of improving the ultrasonic technologies in NPUA are presented, including the development of ultrasonic process technologies: surface plastic deformation of the working surfaces of machine parts by smoothing or rolling; implementation of these processes in a gas environment of nitrogen and carbon; the increase in the wear resistance of the working surfaces of machine parts by forming on them a regular microrelief; the processes of ultrasonic emulsification of organic and vegetable oils in water, and the establishment of possibilities of continuous obtaining a new emulsion structure and the field of its practical application; and also the development of new small-sized and cheap magnetostrictive three-kernel ultrasonic transducers.

Keywords: ultrasound, technology, perspective, development, smoothing, breaking-in, surface plastic deformation, quality, wearresistance, machine parts.