

УДК 62(09)+621.7.04

Д.Д. ЖУРГУНОВА, Е.В. ЛИТВИНЕНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»***ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИМПУЛЬСНОЙ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ
В ИСТОРИКО-ХРОНОЛОГИЧЕСКОМ РАКУРСЕ**

Рассмотрены исторические аспекты зарождения и развития импульсной металлообработки с целью определения ее роли в выполнении исторического наследия Украины, выявлении имен ученых, инженеров, конструкторов, стоявших у истоков создания импульсных технологий. Показаны значительные достижения и история научной школы «Обработка материалов импульсными источниками энергии» в научной и производственной областях. Предполагается, что исследование историзма зарождения и практического использования, созданных в ХАИ технологий обработки материалов с применением импульсных нагрузок, могут существенно дополнить общую историю науки и техники, историю разработки и создания научных основ новейших и прогрессивных технологий.

Ключевые слова: технология, технологические процессы, обработки материалов давлением, импульсные источники энергии.

Принято считать, что новейшие технологии – это национальное богатство любой страны. Уникальные технологии обработки материалов давлением, основанные на использовании принципа накопления определенного вида энергии с последующей её трансформацией и расходом в течение относительно короткого времени на выполнение полезной работы пластического формоизменения, обладают огромными возможностями и научно-производственным потенциалом. Такое скоростное преобразование механической энергии получило название «импульсного», а применение в отдельных отраслях промышленности металлов и сплавов с высокими прочностными характеристиками для изготовления крупногабаритных изделий послужило мотивом к поиску новых методов и технологий формоизменения заготовок.

Одним из видов таких технологий стал, появившийся в середине прошлого века, способ высокоскоростной обработки материалов давлением с помощью потока энергии высокой плотности, образующегося при скоростном горении энергоносителя.

Способ и оборудование, созданное на его основе, получили широкое распространение в промышленности, поэтому весьма актуальным в историко-научном аспекте является изучение развития этих уникальных технологий с целью определить его роль в выполнении исторического наследия Украины, выявлении имен ученых, инженеров, конструкторов, стоявших у истоков создания импульсных технологий. Изучение исторических этапов их развития необходимо для более детальной реконструк-

ции прошлого и определения путей совершенствования этих технологических средств в будущем.

Впервые в мире идея использования энергии взрыва для технологических процессов обработки металлов давлением была реализована в Харьковском авиационном институте еще в 1948 году. Учеными института была проведена большая теоретическая и экспериментальная работа, в результате которой был создан ряд совершенно новых высокоэкономичных технологических процессов обработки материалов давлением.

Исследовательские работы в области высокоскоростного кратковременного и интенсивного приложения нагрузки к деформируемому телу начались под руководством Ростислава Вячеславовича Пихтовникова в конце сороковых и в начале пятидесятих годов прошлого столетия.

Ростислав Вячеславович Пихтовников (1907–1972) – один из выдающихся ученых и общественных деятелей, работавших в Харьковском авиационном институте (ныне Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ») – Заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат премии Совета Министров СССР, профессор, доктор технических наук, награжден орденом Ленина и другими государственными наградами [1, 6].

Р.В. Пихтовников родился в 1907, но уже к 1930 году за его плечами были школьное образование и 8-летний рабочий стаж, и в этом же году был основан ХАИ, с которым Р.В. Пихтовников навсегда связал свою дальнейшую судьбу. Жажда новизны и

следующее отсюда стремление к знаниям и творчеству, постоянное желание придумывать новое, мастерить были характерными его чертами. На более серьёзном уровне эти черты оформились в необходимость делать что-то лучше, вскрывать неиспользованные резервы, экспериментировать [3].

Почти вся жизнь Р.В. Пихтовникова связана с Харьковским авиационным институтом, он был в числе студентов первого набора в институт в 1930 году. После окончания ХАИ его оставили в аспирантуре на кафедре технологии самолётостроения. Одной из основных проблем развивающегося авиационного производства была разработка методов листовой штамповки. Р.В. Пихтовников активно приступил к изучению её проблемных вопросов и в 1939 году одним из первых выпускников ХАИ защитил кандидатскую диссертацию, посвященную исследованию особенностей технологии листовой штамповки [2].

Сразу после Отечественной войны наступила эра реактивной авиации, и новые технологии были необходимы для создания авиационной техники, способной преодолеть скорость звука. Здесь требовались изделия сложной формы из листовых материалов с высокими прочностными свойствами при минимальном количестве соединительных швов. Для изготовления таких габаритных деталей из новых материалов штамповочного оборудования не существовало.

Впервые в мире Р.В. Пихтовников теоретически и экспериментально обосновал возможность высокоскоростной взрывной обработки металлов давлением (1945-1946 гг.) и таким образом сформировал новое научное направление.

Развитие народного хозяйства, восстанавливаемого после военной разрухи, обусловило необходимость быстрой промышленной апробации новых прогрессивных технологий. Взрывная штамповка была практически единственным способом изготовления высокоточных крупногабаритных деталей из сталей и сплавов повышенной прочности, необходимых для создания образцов новой техники при минимальных сроках подготовки производства.

Р.В. Пихтовникову потребовалось выполнить, прежде всего, огромное количество экспериментов, чтобы доказать, что при высоких скоростях деформирования металл не теряет пластичность и способен, не разрушаясь, принимать форму, заданную рабочей поверхностью матрицы.

Так была экспериментально и теоретически доказана возможность получения на практике деталей при воздействии на заготовку энергии взрыва. Эти результаты позволили Р.В. Пихтовникову заявить в 1946 году и получить первое в мире авторское сви-

детельство (а.с. №157957 от 22.06.49) на штамповку энергией взрыва.

В 1953 году Р.В. Пихтовников защитил докторскую диссертацию. Это была первая докторская диссертация, посвящённая разработке нового направления, на которое Р.В. Пихтовников получил авторское право еще в 1946 году. Это направление со временем развилось в научную школу мирового масштаба под названием «Обработка металла импульсными источниками энергии» [5]. Изначально это научное образование было сформировано на основе коллектива исследователей кафедры технологии металлов и авиационного материаловедения, а затем, с созданием «дочерних» технологий импульсной обработки, в неё были вовлечены научные силы и других кафедр ХАИ. До 1961 года научный коллектив, который сформировался на кафедре, стал настоящим исследовательским центром в стране по вопросам высокоскоростной обработки металлов.

Известно, что наука является неотъемлемой частью учебного процесса, поэтому необходимость использования её законов и подходов в научных исследованиях захватила почти весь преподавательский и инженерный персонал. Широкий обмен научной информацией и практическими достижениями отдельных исполнителей и преподавателей кафедры технологии металлов и авиационного материаловедения, а также смежных технологического и конструкторского направлений происходил на научных семинарах, которые начали проводить с 1958 года. Эти семинары стали настоящей школой воспитания молодых ученых [4].

В 1961 году был организован первый Всесоюзный научный семинар по штамповке взрывом, в котором приняли участие свыше 200 представителей различных организаций страны. В 1963 году был собран второй Всесоюзный семинар в области взрывной обработки металлов, который привлек еще большее количество учёных и производственников. Учитывая важность научно-исследовательских работ и практической реализации полученных результатов как в ХАИ, так и на предприятиях страны, соответствующим постановлением Совета Министров Украины в Харьковском авиационном институте в 1963 году была создана проблемная научно-исследовательская лаборатория (ПНИЛ) по использованию импульсных источников энергии в промышленности. Её первым научным руководителем назначен профессор, д.т.н. Р.В. Пихтовников.

При кафедре технологии металлов и авиационного материаловедения были организованы два отдела ПНИЛ: перспективной и листовой штамповки под научным руководством Р.В. Пихтовникова. Технология обработки энергией взрыва была усовершенствована и созданы конструкции для её ре-

лизации на промышленной основе. В 1962-1963 гг. А.Н. Зайцевым, Б.А. Черепенниковым, В.К. Борисевичем были защищены первые кандидатские диссертации по взрывной металлообработке [4].

Преимущества технологии (значительное сокращение сроков подготовки производства, возможность выпуска габаритных деталей сразу после окончания проектирования) особенно ощутимы при создании и освоении производства негабаритных изделий аэрокосмической техники, в судостроении, химическом машиностроении и других отраслях.

Расширение области применения штамповки энергией взрыва Р.В. Пихтовников видел также в использовании других импульсных источников энергии, прежде всего, при сгорании порохов и взрыве детонирующих газовых смесей. При использовании этих источников энергии получались несколько меньшие давления, чем при взрыве зарядов бризантных ВВ, но появились возможности механизации технологических процессов, безопасной подачи порций энергии в зону обработки, ускорения перезарядки, совершенствование схем, подрыва и т.д. Была начата разработка методов газодетонационной штамповки как непосредственным воздействием продуктов взрыва на заготовку, так и через передающую среду, например воду.

Методы штамповки порохами также претерпели эволюцию от непосредственного воздействия на заготовку продуктами сгорания в герметичной камере с закреплённой заготовкой до удара твёрдым телом, разогнанным энергией порохов, по жидкости, заполняющей неуплотнённую камеру, с последующим воздействием на заготовку. По такой кинематической схеме была реализована гидродинамическая штамповка порохами и начата разработка гидроударных процессов и созданных на их основе пресс-пушек с высокой степенью механизации, вплоть до осуществления полуавтоматических циклов (только операции установки заготовки и снятия детали не были автоматизированы, поскольку промышленных роботов еще не существовало).

Огромная заслуга выдающегося, известного во всём мире ученого Р.В. Пихтовникова, проректора ХАИ по научной работе, заведующего кафедрой технологии металлов и авиационного материаловедения (с 1954 года), не только в том, что он в своих фундаментальных исследованиях доказал возможность высокоточной скоростной обработки давлением металлов и сплавов, но и в том, что он создал первую в СССР научную школу обработки материалов импульсными источниками нагружения, а это впоследствии позволило реализовать идею практического использования новых методов обработки в различных отраслях промышленности.

На большинстве моторостроительных предприятий, выпускающих силовые установки самолётов и других летательных аппаратов, листовые детали проточной части газового тракта изготавливают импульсными методами. Один из лучших цехов взрывной штамповки, созданный в Запорожье, обеспечивал годовые программы в десятки тысяч деталей в год. В производственных подразделениях импульсной металлообработки решались научно-технические проблемы изготовления листовых деталей сложного профиля из высокопрочных сплавов. Это, прежде всего, моторостроительные предприятия в городах Рыбинске, Перми, Омске, Казани, Самаре.

На авиазаводах, наряду с применением взрывной штамповки, широко использовались методы газодетонационной и гидродинамической штамповки (прежде всего при изготовлении крутоизогнутых элементов и соединений трубопроводов различных систем самолёта). География этих предприятий обширна, но среди них следует отметить участки импульсной металлообработки в городах Киеве, Ульяновске, Казани, Перми, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Самаре, Ташкенте, Тбилиси, Москве и т.д.

Велика важность выполняемых работ на участках импульсной обработки на предприятиях, выпускающих изделия ракетного комплекса. Здесь габариты обрабатываемых деталей больше, точность геометрических форм и прочность обрабатываемых сплавов выше, а сроки технологической подготовки производства, как правило, максимально сокращены. Необходима большая оперативность при минимальных затратах на технологическое оснащение производственных участков. Экономическая эффективность от использования импульсных технологий благодаря их гибкости при освоении производства новых изделий достаточно высока.

В судостроении, где выпускаются изделия с силовыми установками в виде газотурбинных двигателей, импульсная технология при изготовлении листовых деталей газового тракта, элементов соединений трубопроводов различных систем фактически стала безальтернативной. Производственные участки прогрессивной технологии эффективно эксплуатируются на протяжении десятков лет на предприятиях городов Николаева, Санкт-Петербурга, Кривого Рога и др.

В химическом машиностроении применение импульсной технологии весьма эффективно при изготовлении деталей и соединений теплообменных аппаратов. Так, на предприятии в г. Сумы применением импульсной технологии обеспечивается плотное герметичное крепление труб в трубных досках, в Екатеринбурге была обеспечена потребность в изготовлении крупногабаритных пластин теплооб-

менников из нержавеющей стали. Усилие деформирования при изготовлении таких деталей в прессовом варианте составляло десятки тысяч тонн. Таким образом, эффективность импульсной технологии при изготовлении таких пластин чрезвычайно высока, поскольку позволила обойтись без дорогостоящего и громоздкого прессового оборудования. По разработкам сотрудников проблемной лаборатории по использованию импульсных источников энергии в промышленности была реализована технология взрывной штамповки пластин на специально спроектированном взрывном прессе.

Большую помощь предприятиям, осваивавшим новые образцы изделий в виде крупногабаритных листовых деталей, для штамповки которых отсутствовало оборудование, оказывал опытно-экспериментальный полигон импульсной штамповки ХАИ. Он был оснащён различными типами универсальной технологической оснастки для взрывной штамповки, разработанной и опробованной в ХАИ. Так, для Чебоксарского тракторного завода были изготовлены сотни крупногабаритных деталей при отсутствии на предприятии смонтированного уникального прессового оборудования. Для завода «Море» (г. Феодосия) изготавливались высокоточные сопла водомётов, а для предприятия «Турбоатом» (г. Харьков) – листовые детали для мини ГЭС.

География использования разработок, выполненных в научно-производственном подразделении, возглавляемом Р.В. Пихтовниковым, была весьма обширной: от западных регионов (г. Рига, РВЗ) до дальневосточных (г. Арсеньев, Приморский край), от северных (города Рыбинск, Пермь, Воткинск) до южных (города Николаев, Тбилиси, Ташкент).

Начатые вначале 60-х гг. и впоследствии развивающиеся научные исследования дали возможность в дальнейшем обеспечить участие работников кафедры в различных всесоюзных и международных выставках, в том числе, таких как ЭКСПО-67 (Монреаль, Канада), Лейпцигская Ярмарка (ГДР), где демонстрировались действующая гидродинамическая пушка ПП-7 и другое импульсное оборудование, созданное в ХАИ. Еще в 1965 году были получены первые выставочные медали. Диплом Почета ВДНХ (1965 год) получает Р.В. Пихтовников, золотую медаль – В.К. Борисевич. Только сотрудниками кафедры технологии металлов и авиационного материаловедения получено два диплома Почета, пять золотых, восемь серебряных и шестнадцать бронзовых медалей ВДНХ. На панамериканской выставке в Гаване (Куба); на международной выставке в Софии (Болгария) также были получены золотые медали.

Сотрудниками и преподавателями кафедры издано семь монографий: две – Р.В. Пихтовниковым,

две – Ю.Н. Алексеевым, одна В.Ф. Радзивончиком, две – В.К. Борисевичем, а также различными издательствами опубликовано большое количество совместных научных работ, в том числе, около двадцати сборников научных трудов, в которых размещено, начиная с 1960 года, свыше восьмисот научных статей. Приоритетные достижения кафедры и института представлены более чем семьюстами авторскими свидетельствами СССР, полученными сотрудниками.

В 1967 году Р.В. Пихтовникову (первому в истории института) Президиум Верховного Совета УССР присваивает почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники Украинской ССР [4].

Таким образом, огромная заслуга выдающегося, известного во всем мире ученого Р.В. Пихтовникова в том, что он создал первую в СССР научную школу обработки материалов импульсными источниками нагружения, впоследствии реализовавшую идею практического использования новых методов обработки в различных отраслях промышленности. Новые технологии начали внедрять на предприятиях авиационной промышленности, в судостроении и других отраслях. Это дало стране огромный экономический эффект.

Литература

1. *Александрова, Е. Сердце, отданное людям: (к 100-летию со дня рождения Р.В. Пихтовникова) [Текст] / Е. Александрова // За авиакдры. – 2007. – № 10. – С. 2.*
2. *Божко, В.П. Першопрохідник [Текст] / В.П. Божко, В.К. Борисевич // Державний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». ХАИ-70: [нариси з історії] / [за заг. ред. В.С. Кривцова]. – Х., 2000. – С. 37.*
3. *Борисевич, В.К. Учитель, педагог и ученый – Р.В. Пихтовников [Текст] / В.К. Борисевич // Авиационно-космическая техника и технология. – 2007. – № 11. – С. 14-17.*
4. *Борисевич, В.К. Наукова школа професора Р.В. Пихтовникова «Обробка матеріалів імпульсними джерелами енергії» [Текст] / В.К. Борисевич // Державний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». ХАИ-70: [нариси з історії] / за заг. ред. В.С. Кривцова. – Х., 2000. – С. 92-94.*
5. *Велетні технічної думки [Текст] // За авиакдры. – 1980. – 12 черв. – С. 1.*
6. *Гайков, А.А. Пихтовников Ростислав Вячеславович [Текст] / А.А. Гайков // Выдающиеся педагоги высшей школы г. Харькова: биограф. слов. / Харьк. гуманитар. ин-т «Нар. укр. акад.»; [В.И. Астахова и др.]. – Х., 1998. – С. 477-478.*

Поступила в редакцию 27.12.2012, рассмотрена на редколлегии 16.01.2013

Рецензент: д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры 104 С.И. Планковский, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ЗАРОДЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ІМПУЛЬСНОЇ МЕТАЛООБРОБКИ В ІСТОРИКО-ХРОНОЛОГІЧНОМУ РАКУРСІ

Д.Д. Жургунова, Є.В. Литвиненко

Розглянуто історичні аспекти зародження та розвитку імпульсної металообробки з метою визначення її ролі у виконанні історичної спадщини України, виявлення імен науковців, інженерів, конструкторів, що стояли у джерел створення імпульсних технологій. Виявлено значні досягнення та історія наукової школи «Обробка матеріалів імпульсними джерелами енергії» у науковій та виробничій галузях. Припускається, що дослідження зародження та практичного використання, створених у ХАІ технологій обробки матеріалів за допомогою використання імпульсних навантажень, можуть суттєво доповнити загальну історію науки та техніки, історію розробки та створення наукових основ новітніх та прогресивних технологій.

Ключові слова: технологія, технологічні процеси, обробка матеріалів тиском, імпульсні джерела енергії.

AN ORIGIN AND DEVELOPMENT OF IMPULSE METAL-WORKING IN HISTORICAL CHRONOLOGICAL PERSPECTIVE

D.D. Zhurgunova, I.V. Lytvynenko

It is considered historical aspects of impulse metal-working origin and development for the purpose of determination of its role in historical inheritance performance of Ukraine, detection of scientists' names, engineers, designers, which were the founding fathers of impulse technologies creation. It is shown considerable achievements and history of academic school "Material processing of pulsed sources of energy" in scientific and industrial areas. It is supposed, that historicism of origin and practical use researches of metal processing technologies with application of impulse load, which were created in KHAI, can replenish considerably global history of science and technology, history of scientific basis of the newest and progressive technologies development and creation.

Key words: technology, process technology, plastic metal working, impulse technologies creation.

Жургунова Динара Досымовна – аспирант кафедри технології виробництва летальних апаратів, Национальний аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

Литвиненко Евгения Владимировна – младший научный сотрудник кафедри технології виробництва летальних апаратів, Национальний аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.