

УДК 62(09)+621.7.04

Д. Д. ЖУРГУНОВА

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина***НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА В. Г. КОНОНЕНКО.  
СТАНОВЛЕНИЕ И ИСТОРИКО-ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ**

*Исследованиями, представленными в работе, предполагается дополнить общую историю науки и техники нашей страны, историю разработки и научных основ новейших и прогрессивных технологий, так как цельной информационно-исторической картины, от возникновения идеи по использованию энергии взрыва до конечных результатов в этой области, не существует. В статье рассмотрен генезис и развитие импульсного деформирования ударом твердого тела. Предполагается раскрыть вклад ученых и инженеров ХАИ в разработку теории и практики импульсных технологий обработки материалов давлением, а также показать значимость комплекса выполненных работ для народного хозяйства. Определить роль и значение комплексного подхода к научным и экспериментальным исследованиям с позиций воспитания инженерных и научных кадров, в том числе, высшей квалификации.*

**Ключевые слова:** технология, технологические процессы, импульсное деформирование ударом твердого тела, импульсные источники энергии.

**Введение**

В послевоенный период бурное развитие машиностроения и металлургии, авиационной и ракетной техники, транспортной и химической отраслей уже в конце 40-х г. XX ст. остро поставило задачи изыскания новых материалов и совершенных методов и технологий их обработки.

Конструкторы новой техники стремились к созданию более крупных изделий, которые можно изготавливать сразу целиком или с минимальным количеством частей. В таких отраслях промышленности, как самолётостроение, транспортное машиностроение, ракетостроение такое желание конструкторов обуславливается все возрастающими требованиями к созданию идеальных цельных поверхностей, облегчающих движение и снижающих сопротивление среды при перемещении автомобилей, самолетов или ракет на больших скоростях.

Применение в отдельных отраслях промышленности металлов и сплавов с очень высоким пределом прочности для изготовления крупногабаритных деталей, а также фронт работ, номенклатура изделий и спрос промышленности послужили мотивами к поиску новых технологических методов формоизменения заготовок. Одним из них стал предложенный в Харьковском авиационном институте (ХАИ) в середине прошлого века способ импульсной обработки материалов давлением с помощью потока энергии высокой плотности, образующегося при скоростном горении пороха или бри-

зантных веществ.

Формирование фактически впервые в мире этой технологии в 1946-47 гг. в стенах ХАИ (сейчас Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков, Украина), где была сосредоточена информационная база промышленного спроса и достаточный на то время состав научных кадров, способных генерировать инженерные решения нестандартных технологических задач, было вполне естественным. Этому событию предшествовало как возникновение идеи об использовании взрывной волны в созидательных целях, так и начальный объём изыскательских и экспериментальных работ, доказавших практическую полезность принятых технических решений, что нашло подтверждение в июне 1949 г. в официальных государственных приоритетных документах [1] и открыло дорогу этой технологии к промышленному использованию.

**Постановка задачи**

Выявить историю и основные характеристики импульсных технологий и оборудования для ударной металлообработки в ХАИ, СССР и за рубежом. А также раскрыть вклад ученых и инженеров ХАИ в разработку теории и практики импульсных технологий обработки материалов давлением. Показать значимость комплекса выполненных работ для народного хозяйства.

## Научно-исследовательская группа В. Г. Кононенко

В выполнении научных исследований, касающихся обработки материалов давлением при помощи импульсных взрывных технологий, принимал непосредственное участие коллектив преподавателей и сотрудников научно-исследовательского сектора, работавший на кафедре технологии самолетостроения (сформирована в 1930 г. одновременно с образованием ХАИ), которой в начале 50-х гг. заведовал Р. В. Пихтовников. Одним из наиболее активных преподавателей кафедры, принимавшей деятельное участие в теоретических и экспериментальных разработках высокоскоростных импульсных технологий, был его ученик и сподвижник, доцент кафедры, канд. техн. наук Вадим Григорьевич Кононенко. После окончательного формирования решения о возможности создания спектра технологий обработки материалов ударом твёрдого тела (при непосредственном участии В. Г. Кононенко) именно он возглавил комплекс научно-исследовательских и опытных работ, посвященных развитию и совершенствованию этого новейшего, обусловившего широкие перспективы для изучения и практического использования, научно-технического направления по использованию высокоскоростных импульсных источников энергии.

Первоначальная инженерная обработка возникших идей и предложений позволила составить довольно внушительный список технологических задумок и кинематических схем устройств для воплощения в реальные процессы и конструкции.

Поскольку многие из предлагаемых процессов были, в сущности известны, то теперь их можно было реализовывать при новых необычных и непривычных инновационных условиях. Эти известные задания, которые следовало выполнять, относились к области обработки материалов давлением, но теперь к этому словосочетанию добавились слова «высокоскоростная, динамическая, ударная» и т. п., а полных и всеобъемлющих знаний о механических свойствах обрабатываемых материалов при новом диапазоне скоростей (выше освоенной величины в 7 м/с) не существовало. Поэтому создатели и исследователи новых методов и средств обработки материалов вынуждены были заняться изучением их свойств и особенностей при высокоскоростном нагружении в разнообразных температурно-скоростных условиях. Причем получение этих дополнительных знаний было крайне необходимо и специалистам-обработчикам, и создателям новых высокопрочных материалов, и конструкторам-прочнистам строителям промышленных установок и оборудования.

Прежде всего, следовало уделить серьёзное внимание исследованиям энергетических источников. Как известно, если изначально при штамповке взрывом использовали, как правило, энергию бризантных взрывчатых веществ (ВВ), то при изучении и экспериментах, как показала практика исследований технологий высокоскоростной (импульсной) обработки металлов давлением, для разгона бойка с инструментом целесообразнее и безопаснее было применять более «замедленно» реагирующие химические материалы – пороха и метательные (баллистные) ВВ [2]. На их основе энергетический узел экспериментального стенда или установки получился достаточно простым, когда было необходимо получить количество энергии, измеряемое несколькими килоджоулями (кДж). Для получения таких количеств энергии было достаточно порохового заряда, помещавшегося, например, в объёме гильзы винтовочного или охотничьего стрелкового патрона.

Использование такого энергоузла послужило основой создания целого «букета» малогабаритных, как правило, переносных устройств для выполнения технологических операций, не требующих большой энерговооруженности, но достаточно мощных, лёгких, простых в обслуживании и удобных при эксплуатации в производственных и полевых условиях.

Одними из первых технологических процессов, получивших реальное воплощение в рабочих образцах оборудования, были высокоскоростная пробивка отверстий диаметром до 25 мм в стенках рельсов и стальных балок толщиной до 45 мм для размещения соединительных и монтажных элементов. Отличительной особенностью таких устройств была их автономность, т. е. независимость от внешних источников энергии, которая характерна для всех установок с пороховым энергоузлом. Сюда следует отнести также импульсную клепку нахолодно стальных заклёпок большого (до 22 мм) диаметра, что было важно при «полевых» монтажных работах в машиностроении, авиа- и кораблестроении, автомобильном производстве, в котло- и мостостроении [3].

Весьма востребованными стали переносные автономные устройства для импульсной развальцовки концов труб в трубных досках котлов и теплообменников. По сравнению с ручной развальцовкой значительно увеличилась производительность, повысилось качество соединений, поскольку они стали более прочными, со стабильными характеристиками, не зависящими от физических возможностей исполнителя.

Успешно применяются мобильные высокоскоростные импульсные устройства для установки законцовочных присоединительных элементов на концы электрических кабелей для передачи боль-

шой мощности (сильноточных), что очень удобно при ремонтных и монтажных работах на мощных электроустановках, подстанциях и т. п. Соединение обеспечивает долговечный высококачественный электрический контакт [4].

В турбиностроении с помощью специализированных импульсных устройств выполняют демонтаж лопаток проточной части роторов при ремонтно-восстановительных работах, расчеканивают шипы лопаток на бандажах первых ступеней паровых турбин при первоначальных сборочно-монтажных операциях и в процессе ремонтных работ [5].

Автономность устройств для одноударного импульсного маркирования (клеймения) изделий также успешно используется в металлургии и машиностроении. При таком способе клеймо образуется быстро с высокой четкостью знаков и стойкостью к атмосферным и механическим воздействиям. Клейматор особенно удобен при нанесении информации на крупные раскалённые заготовки [3].

Термодинамический цикл, реализованный в импульсном приводе, во многом идентичен тепловому процессу, происходящему в автомобильном двигателе внутреннего сгорания (ДВС), но, во-первых, объём камеры сгорания в энергоузле импульсной машины во много раз больше, во-вторых, цикл в окислительной камере импульсного привода – единичный и, в-третьих, промежуток времени между единичными циклами может иметь длительность от единиц секунд до нескольких минут, т. е. привод должен обладать свойством апериодичности. Как показали результаты расчетов и экспериментальной проверки образцов такие различия в термодинамических характеристиках циклов ДВС и привода для импульсных машин весьма существенны, и было необходимо выполнить значительный объём теоретических и опытных работ в целях получения необходимых знаний для расчетов и конструирования подобного, в значительной степени уникального привода. Поскольку такой энергоузел органически входит в конструкцию машины ударного действия, рабочий цикл которой каждый раз сопровождается быстродействующими силовыми нагрузками с большими ускорениями, то они оказывают существенное влияние на кинематические, динамические и прочностные характеристики импульсного привода. Таким образом, создание импульсного теплового привода апериодического действия представляло собой обширную многомерную проблему, требующую значительных усилий для своего решения.

К середине 60-х гг. большинство проблем было рассмотрено, найдены приемлемые технологические решения, выполнены необходимые расчетные работы и изготовлен образец импульсного привода, в рабочем цикле которого в качестве энергоносителя

была использована смесь метана со сжатым воздухом. Привод мощностью до 400 кДж был установлен на машине импульсной резки (МИР) горячего металла, которая была испытана и находилась в периодической эксплуатации в течение длительного времени (1964-1968 гг.) на установке непрерывной разливки стали (УНРС) вертикального типа (заготовка-квадрат 200×200 мм) Узбекского металлургического завода. Испытания успешно завершились и машина (МИР-2) в июле 1968 г. была принята Государственной межведомственной комиссией.

В течение последующих лет тепловой импульсный привод апериодического действия по результатам этих испытаний был существенно доработан, усовершенствован, во многом унифицирован. Привод надёжен, долговечен, удобен в обслуживании, может быть выполнен в трёх типоразмерах для установки в конструкцию импульсных машин разной мощности от 30 до 1000 кДж [6].

## Выводы

Таким образом, участники и исполнители работ по исследованию технологий обработки материалов ударом твёрдого тела, трудившиеся на кафедре производства летательных аппаратов ХАИ и возглавляемые В. Г. Кононенко, обрели весьма ёмкое поле деятельности в теоретическом и практическом аспектах с широкими перспективами развития и совершенствования этого научно-практического направления.

Итоги научных разработок и результаты их практической реализации, выполненные коллективом сотрудников и лично В. Г. Кононенко, по созданию, развитию и совершенствованию вышеуказанных технологий, нашли отражение в многочисленных публикациях и монографиях. Образцы созданных импульсных устройств и оборудования ударного действия приняты промышленностью к эксплуатации, и география их распространения достаточно обширна. Созданная импульсная техника работает на предприятиях металлургической, машиностроительной и авиационной отраслей народного хозяйства.

## Литература

1. А.с. 157957 СССР, Способ штамповки деталей [Текст] / Р. В. Пухтовников (СССР). - № 369371; заявл. 22.06.49; опубл. 8.08.63. - 21 с.
2. Державний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». ХАИ-70: [нариси з історії] / за заг. ред. В. С. Кривцова. - Х.: Оригінал, 2000. - 320 с.
3. Кононенко, В. Г. Взрывная бесцимная клепка

[Текст] / В. Г. Кононенко // *Авиационная промышленность*. – 1960. – № 3. – С. 23-26.

4. Кононенко, В. Г. Импульсная резка горячего металла на УНРС [Текст] / В. Г. Кононенко, С. В. Яценко // *Сталь*. – 1972. – № 3. – С. 120-122

5. Кононенко, В. Г. Обработка листового металла выдавливанием [Текст] / В. Г. Кононенко // *Прогрессивные методы штамповки иковки*. – X, 1957. – С. 171-183.

6. Кононенко, В. Г. Об оценке прогрессивности и перспективности высокоскоростных пневмогидравлических машин для брикетирования стружки [Текст] / В. Г. Кононенко, И. Г. Федосенко // *Высокоскоростная обработка материалов давлением: темат. сборник науч. трудов*. – X.: ХАИ, 1976. – Вып. 5. – С. 74-80.

*Поступила в редакцию 10.02.2014, рассмотрена на редколлегии 20.05.2014*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., проф. кафедры технологии производства летательных аппаратов С. И. Планковский, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

### НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ГРУППА В. Г. КОНОНЕНКО. СТАНОВЛЕННЯ ТА ІСТОРИКО-ХРОНОЛОГІЧНА ЕВОЛЮЦІЯ

*Д. Д. Жургунова*

Дослідженнями, представленими в роботі, передбачається доповнити загальну історію науки і техніки нашої країни, історію розробки та наукових основ новітніх і прогресивних технологій, так як цільної інформаційно-історичної картини, від виникнення ідеї з використання енергії вибуху до кінцевих результатів у цій галузі, не існує. У статті розглянуто генезис і розвиток імпульсного деформування ударом твердого тіла. Передбачається розкрити внесок вчених і інженерів ХАІ в розробку теорії і практики імпульсних технологій обробки матеріалів тиском, а також показати значимість комплексу виконаних робіт для народного господарства. Визначити роль і значення комплексного підходу до наукових і експериментальних досліджень з позицій виховання інженерних і наукових кадрів, у тому числі, вищої кваліфікації.

**Ключові слова:** технологія, технологічні процеси, імпульсне деформування ударом твердого тіла, імпульсні джерела енергії.

### RESEARCH GROUP OF V. G. KONONENKO. FORMATION AND EVOLUTION OF CHRONOLOGICAL HISTORY

*D. D. Zhurgunova*

Research presented in this article seeks to complement the general history of science and the art of our country, the history and development of scientific bases of the latest and advanced technologies as solid historical information and pictures from the inception of the idea to use the energy of the explosion to the final results in this area there is no. The article describes the genesis and development of the pulse deformation hit solid. Perhaps solved the contribution of scientists and engineers at Creative KhAI theory and practice impulses data processing technologies of materials pressure washers, and also show the importance of complex of work for the economy. To define the role and importance of integrated Approach to scientific and experimental of positions with the study of education and science and engineering education, including, high society qualifications.

**Жургунова Динара Досымовна** – младший научный сотрудник кафедры технологии производства летательных аппаратов, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», e-mail: dinara.zhurgunova@gmail.com.