

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ГАЗОВОЙ ДЕТОНАЦИИ

Харламов Ю. А.

Восточно-украинский национальный университет имени В. Даля, г. Северодонецк, Украина

Клименко С. А.

Институт сверхтвердых материалов, НАНУ, г. Киев, Украина

Полонский Л. Г.

Житомирский технологический университет, г. Житомир, Украина

Взрывные технологии находят все более широкое применение в мирных целях, например, в добывающих отраслях промышленности, в машиностроении для сварки и упрочнения и др. Однако использование твердых взрывчатых веществ (ВВ) ограничено, прежде всего, по требованиям безопасности. Поэтому все возрастающее внимание вызывает использование более безопасного и удобного источника энергии в виде газовой детонации (ГД). Уровень давлений, температур и скоростей, развиваемых за детонационными или близкими к ним по интенсивности ударными волнами в газах, а также импульсный характер воздействия указанных факторов, определяют большие потенциальные возможности их технического и технологического использования. Целью данной работы является определение, систематизация и анализ основных тенденций развития и разработки детонационно-газовых технологий и устройств в мире и Украине.

Повышение эффективности прямого сжигания горючих играет важную роль в развитии современной экономики. ГД термодинамически является самым эффективным способом сжигания топлива, что впервые показал академик Я.Б. Зельдович. Это обуславливает разработку, исследование и все более широкое применение разнообразных технологий и технических устройств с использованием управляемой ГД. Проведена систематизация и обзор научных публикаций и патентов отечественных и зарубежных ученых по практическому применению ГД в различных отраслях науки и техники. Ряд приоритетных разработок по технологическому применению ГД в машиностроении выполнены в Украине.

Рассмотрим применение ГД в отраслях экономики.

Энергетика и двигатели. Нагревательные устройства импульсно-детонационного горения газо-воздушной смеси могут обеспечить значительную экономию горючего и снижение выхода вредных веществ. Семикратное увеличение скорости истечения продуктов горения повышает теплопередачу от продуктов детонации к теплоносителю из-за резкого увеличения конвективной составляющей.

Импульсная очистка конвективных поверхностей нагрева от золовых отложений выхлопами продуктов ГД обеспечивает повышение эффективности теплообмена и работы паровых и водогрейных котлов, технологических агрегатов, сжигающих различные виды жидкого и твердого топлива, экономию топлива. Золовые отложения из дымовых газов на поверхностях нагрева снижают экономичность работы агрегатов (уменьшают КПД на 2÷3 %). Газоимпульсная очистка позволяет поддерживать чистоту поверхностей нагрева и значения КПД агрегатов, близкое к расчетному.

Импульсные детонационные двигатели (ИДД) активно разрабатываются в США и РФ, масштабные работы выполняются в компаниях Pratt & Whitney и General Electric. Силовые установки летательных аппаратов, основанные на принципе газовой детонации, обеспечат экономию топлива до 30 % при числе Маха полета 2,5 и до 20 % при числе Маха 3, а также увеличение дальности полета аппаратов с такими двигателями или замену значительной части топлива на полезную нагрузку. Разрабатываются энергетические установки на детонации природного газа, в т. ч. си-

ловые установки газоперекачивающих агрегатов для магистральных газопроводов для снижения собственного потребления природного газа газотранспортными компаниями.

Нефтегазовая промышленность. Детонационно-газовое напыление (ДГН) упрочняющих покрытий применяют для повышения абразивной стойкости бурового инструмента (шарошки трехшарошечные и алмазные буровые долота), для восстановления и упрочнения деталей оборудования. Изготовленные с помощью ДГН многослойные кумулятивные облицовки для перфорации нефте- и газодобывающих скважин имеют повышенную на 25...35 % пробивную способность. Прорабатываются технические решения по использованию ГД для воздействия на трещиноватый пласт-коллектор углеводородов (нефтяные скважины) для увеличения конечной нефтеотдачи пластов и дебита скважин и для повышения надежности розжига газовых горелок факельных установок высотного и наземного типа для сжигания сбросных газов и многофазных систем промышленных стоков на газовых и нефтяных месторождениях и на предприятиях нефтяной, химической и нефтехимической отраслей промышленности.

Горная промышленность. Термодинамические буры для разрушения крепких горных пород, использующие режим ГД, обеспечивают увеличение в 2–2,5 раза выхода блочного камня (гранитов), причем повышенного его качества. Проводились работы по созданию бульдозеров с газоимпульсным рабочим органом. Для измельчения материалов, в частности для тонкого и сверхтонкого помола, например, пигментов, разрабатываются газодетонационные мельницы.

Металлургическая промышленность. Импульсно-детонационные газовые горелки для промышленных печей и теплоэнергетических установок обеспечивают снижение удельного расхода природного газа не менее чем на 8–10 %; увеличение скорости и, соответственно, снижение времени процесса нагрева; уменьшение потерь на окисление; оптимизируют использование производственных площадей, увеличивают срока службы горелок, уменьшают затраты на экологические мероприятия и пр. Для разделения на части сортовых горячих стальных заготовок на МНЛЗ, в прокатном производстве внедрены машины импульсной резки, использующие приводы с импульсным выгоранием горючей смеси.

Химическая и нефтехимическая промышленность. Газофазный детонационный синтез

применяют для получения поликристаллического и наноразмерного диоксида титана; получения наноглобулярного углерода, в т. ч. прекурсоров для производства фуллеренов, углеродных нанотрубок, графенов, карбинов и пр. Обработка дисперсных частиц газовой детонацией применяется для получения оксидов металлов из их солей, перестройки кристаллической структуры металлов или выпаривания жидкости из растворов для получения твердых веществ или твердых растворов, получения аморфных и быстрозакаленных порошков, сфероидизации и восстановления порошков оксидов, получение ацетиленовой сажи; высокодисперсного порошка цирконат-титаната свинца, широко используемого для производства радиокомпонентов на основе электронной керамики и пр.).

Машиностроение является ведущей отраслью по разработке и использованию детонационно-газовых технологий и устройств. Это, прежде всего, ДГН защитных и функциональных покрытий, в т. ч. для балансировки деталей, упрочнения шлифовальных кругов, восстановления изношенных деталей и пр.

Высокоскоростные импульсные энергоприводы применяют в оборудовании для выполнения операций свободнойковки или горячей штамповки деталей за один или несколько переходов, изготовления заготовок и деталей из трудно деформируемых материалов, импульсной резки для разделения холодного проката ударом коротких ножей с большим углом клиновидности для получения заготовок из пластичных сталей, а также относительно хрупких сталей с повышенным содержанием углерода, марганца и т.п., получения заготовок для дальнейшей прокатки, облойной штамповки длинномерных изделий, а также и для штамповки в торец, листовой штамповки, брикетирования сыпучих материалов, получение брикетов высокой прочности и плотности для переплава, формирование изделий, например, из стружки черных металлов вкладышей-пробок для защиты дна глухонных изложниц при заливке в них стали, расходуемых электродов из титановой губки и пр. Эффективно применение поверхностной термической обработки с помощью импульсных плазменно-детонационных генераторов. ГД применяют для удаления заусенцев и очистки поверхностей (термохимического и термоимпульсного), притупление деталей произвольным радиусом, размерного скругления, очистки от технологических загрязнений и пр.

Строительство и производство строи-

тельных материалов. Уплотнение грунта окоскважинного пространства воздействием ГД повышает несущую способность буронабивных свай более чем в два раза. Бетоны, уплотненные ГД, обладают улучшенными характеристиками, прирост их прочности достигает 20–40%. Известны успешные опыты по использованию ГД для разрушения и разработки грунта, его перемещения, укладки и уплотнения. Разрабатываются технические решения по использованию ГД для обрушения сооружений – сноса ветхих зданий, сооружений, расчистка завалов и пр.

Сельское и лесное хозяйство. ГД позволяет обрабатывать поля с уже проросшими семенами, при этом не повреждаются молодые растения, всхожесть семян хлопчатника и кукурузы возрастает до 15 % и сроки полной всхожести уменьшаются на 2–3 дня; сроки созревания хлопчатника

сокращались на 10–14 дней, а урожайность возростала на 10 %. Устройства на базе ГД применяются для борьбы с вредителями и сорняками, сбора хлопка, предпосевной обработки семян и умерщвления куколок тутового шелкопряда, отпугивания птиц и диких животных для защиты виноградников, садов, рисовых и зерновых культур, а также в аэропортах (для предотвращения попадания птиц в двигатели самолетов) и рыбных питомниках (для отпугивания птиц от воды).

Технологии на основе ГД применяют и в других сферах – в геологии и разведке недр, ЖКХ, при ликвидации чрезвычайных ситуаций, военном деле и даже в здравоохранении.

Детонационно-газовые технологии и устройства имеют перспективы дальнейшего развития и могут быть использованы в качестве основы современных инновационных проектов.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ РАЗРЯДНОИМПУЛЬСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Вовченко А. И., Демиденко Л. Ю., Онацкая Н. А.

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,
г. Николаев, Украина*

За более чем 50-летнюю историю работы Института импульсных процессов и технологий (ИИПТ) НАН Украины предложено и разработано более 300 различных разрядноимпульсных технологий (РИТ) обработки материалов, конструкций и сред. Их основой является процесс импульсного воздействия на обрабатываемый объект. Большинство этих технологий (очистка отливок, штамповка, запрессовка труб в теплообменных аппаратах, разрушение неметаллических материалов, воздействие на структуру металлов в жидком состоянии и др.) используются более

чем на 1000 предприятиях, в том числе и дальнего зарубежья. Кроме того имеется ряд РИТ, пока не нашедших такого широкого применения, но они, по мнению авторов, являются перспективными и конкурентоспособными на мировом рынке. Условно эти РИТ можно назвать нетрадиционными. К таким технологиям в полной мере могут быть отнесены технологии по воздействию различных мощных импульсных нагрузок (давления, тока, высокоскоростных струй жидкости и т.п.) на изменение тонкой структуры металлов и сплавов в твердом состоянии, их сварных соеди-