Псковский Государственный Политехнический Институт

Реферат

На тему: «Гидроабразивная обработка. Обработка взрывом»

Псков 2010

**Содержание**

Гидроабразивная обработка

## Преимущества технологии гидроабразивной резки

Недостатки данной технологии

Что можно резать с применением гидроабразивной технологии?

Обработка деталей взрывом

Энергоносители

Основные технологические параметры при гидровзрывном формообразовании

Технологическое оборудование при гидровзрывном формообразовании

Производство изделий деформацией взрывом

Вывод

Список литературы

**Гидроабразивная обработка**

В основе технологии гидроабразивной резки лежит принцип эрозионного воздействия смеси высокоскоростной водяной струи, выступающей в качестве носителя, и твердых абразивных частиц на обрабатываемый материал.

Физическая суть механизма гидроабразивной резки состоит в отрыве и уносе из полости реза частиц разрезаемого материала скоростным потоком твердофазных частиц. Устойчивость истечения и эффективность воздействия двухфазной струи обеспечиваются оптимальным выбором целого ряда параметров резки, включая давление и расход подаваемой воды, а также расход и размер частиц абразивного материала

### Практически данный принцип реализуется следующим образом

В установке гидроабразивной резки вода под давлением порядка 4000 атмосфер, создаваемым насосом высокого давления, подается в сопло с профилированным каналом, в котором формируется высокоскоростная водная струя.

Затем водная струя попадает в смесительную камеру режущей головки, где она захватывает поступающие туда абразивные частицы, в результате чего образуется водоабразивная смесь. Далее полученная смесь разгоняется в смесительной трубке (диаметром около 1 мм) до сверхзвуковой скорости (порядка 900-1200 м/с).

Эта высокоскоростная водоабразивная струя и используется в качестве универсального режущего инструмента. После резки материала остаточная энергия струи гасится специальной водяной ловушкой.

Режущая головка устанавливается на устройстве позиционирования координатного стола и может перемещаться при помощи электроприводов по трем координатам с рабочими ходами, обусловленными габаритами координатного стола.

Гидроабразивная обработка является не только альтернативой механической, лазерной, ультразвуковой и плазменной резке, но и в некоторых случаях (резка многослойных, сотовых и композиционных материалов, керамики) единственно возможной.

Гидроабразивная резка особенно эффективна при резке многих труднообрабатываемых материалов: титановых сплавов, различных видов высокопрочных керамик и сталей, а также композитных материалов. При их гидроабразивной резке не создается разрывов в структуре материала, который, таким образом, сохраняет свои первоначальные свойства.

Гидроабразивная струя не изменяет физико-механические свойства материала и исключает деформацию, оплавление и пригорание материала.

## Преимущества технологии гидроабразивной резки:

### Универсальность

Возможность использования одной и той же установки для резки широкого спектра материалов, без смены или переналадки режущего инструмента.

Диапазон толщин разрезаемых материалов от 0,1 до 300 мм.

### Низкая температура в зоне реза 60-90ºС

Образующееся в процессе резания тепло практически сразу уносится водой. В результате не происходит заметного повышения температуры заготовки, что обеспечивает по сути «холодный» рез всех материалов. Это позволяет при использовании гидроабразивной технологии: исключить оплавление и пригорание материала в прилегающей зоне;

* исключить выгорание легирующих элементов в легированных сталях и сплавах;
* исключить появление разрывов в структуре материала и ухудшение первоначальных свойств материала;
* исключить температурную деформацию заготовки;
* исключить необходимость дополнительной механической обработки поверхности реза заготовки, вследствие чего повысить производительность и уменьшить себестоимость изготовления деталей.

### Высокая точность резки Резка по контуру любой сложности

При гидроабразивной обработке можно воспроизводить контуры любой сложности. Струя жидкости по своим техническим возможностям приближается к идеальному точечному инструменту, что позволяет обрабатывать профиль любой сложности с заданным радиусом закругления, поскольку ширина реза составляет от 1 до 1,5 мм.

### Хорошее качество поверхности реза

Условно шероховатость получаемой на установках гидроабразивной резки поверхности реза можно разделить на три категории качества поверхности реза, которые примерно можно соотнести со следующими величинам шероховатости: отличное – Ra 5 - Rz 20; хорошее – Rz 60-120; удовлетворительное – Rz 260-320.

При необходимости возможно получения финишной поверхности с шероховатостью Ra 1,5-2,5 мкм при соответствующем подборе технологических параметров установки и скорости реза, что позволяет применять технологию гидроабразивной резки не только в заготовительном производстве, но и для чистовой резки деталей.

### Экономичность процесса

Технология гидроабразивной резки наряду с достаточно высокой скоростью резки широкого диапазона толщин различных материалов позволяет дополнительно повысить производительность за счет:

* сокращения количества либо полного исключения сопутствующих технологических операций (предварительное сверление отверстий, смена или переналадка режущего инструмента, последующая механическая обработка детали);
* экономии времени на механическое закрепление заготовки на координатном столе;
* уменьшения времени холостого хода режущей головки, вследствие возможности резки тонколистовых материалов в многослойном пакете.

Кроме всего вышеперечисленного, использование гидроабразивной технологии позволяет значительно уменьшить потери материала при резке, как за счет малой ширины реза, так и за счет сокращения припусков на дополнительную мехобработку.

### Экологическая чистота и полное отсутствие вредных газовыделений

Для осуществления процесса гидроабразивной резки не требуется никаких газов, а низкая температура реза не вызывает выделения вредных газов из материалов, подвергающихся резке.

Используемый в качестве абразивного материала гранатовый песок безвреден для здоровья операторов, поскольку не вызывает профессиональных заболеваний, и отходы его могут быть использованы в как в строительных растворах, так и для других целей.

### Полная пожаро- и взрывобезопасность

Поскольку при гидроабразивной резке нет накапливаемого тепла и отсутствуют какие-либо газы, технология является взрыво- и пожаробезопасной. Это позволяет осуществлять рез даже взрывчатых веществ, например, при утилизации боеприпасов.

**Недостатки данной технологии**

* Недостаточно высокая скорость реза тонколистовой стали;
* Ограниченный ресурс отдельных комплектующих и режущей головки.
* Невозможность повторного использования абразивного материала.

**Что можно резать с применением гидроабразивной технологии?**

При помощи гидроабразивной струи резать можно практически любые материалы:

* черные металлы и сплавы;
* труднообрабатываемые легированные стали и сплавы (в том числе: жаропрочные и нержавеющие);
* цветные металлы и сплавы (медь, никель, алюминий, магний, титан и их сплавы);
* композиционные материалы;
* керамические материалы (керамогранит, плитка);
* природные и искусственные камни (гранит, мрамор и т. д.);
* стекло и композиционное стекло (триплекс, бронестекло, армированное стекло, стеклотекстолит и т. п.);
* пористые и прозрачные материалы;
* сотовые и сэндвич-конструкции;
* бетон и железобетон.

Резка мягких материалов, таких как полиуретан, поролон и другие пеноматериалы, пластмассы, кожаные изделия, картон, ткани и т. п. осуществляется только струей воды без добавления абразива. Применяется также и в пищевой сфере, для порезки и порционирования пищевых продуктов.

**Обработка деталей взрывом**

**Взрывная обработка** – способ механической обработки металлов (сварки, штамповки, упрочнения), основанный на использовании энергии взрыва.

При сварке взрывом происходит соударение деталей и образуется кумулятивная струя металла, сваривающая детали. Штамповка заключается в мгновенном (мс,мкс) приложении к листовой заготовке механических напряжений, значительно превышающих предел упругости материала.

Формообразование взрывом получило достаточно широкое распространение в различных областях машиностроения как в нашей стране, так и за рубежом. Это один из первых, наиболее исследованных методов высокоскоростного деформирования материалов (впервые чеканка железа осуществлена в 1888г, а промышленное использование метода началось с 1950г.). Обладая высокой удельной и общей энергоемкостью и эффективностью взрывчатые вещества (ВВ) позволяют деформировать (и сваривать) детали больших габаритов из высокопрочных материалов с высокой точностью. Этим методом изготавливаются детали различной конфигурации и размеров из плоских и фасонных листовых заготовок. Такой метод по сравнению с процессами листовой штамповки на прессах характеризуется следующими преимуществами: упрощенной конструкцией оснастки, возможностью формовки крупногабаритных деталей из высокопрочных сталей и сплавов.

Наиболее широкое применение в производстве получил метод штамповки взрывом с использованием воды как среды для передачи давления от заряда взрывчатого вещества к заготовке (гидровзрывное формообразование). Типичная схема представлена на рис. 3.1

Метод заключается в том, что штампуемую заготовку 1 укладывают на матрицу 2 и прижимают с помощью прижимного кольца 3. На определенном расстоянии над заготовкой помещают заряд ВВ 5. Матрицу с заготовкой и зарядом опускают в бассейн 5 с водой 6. Часть энергии, высвобождаемой при взрыве заряда, передается через воду заготовке, которая деформируется, принимая форму поверхности 7 матрицы 2. Чтобы воздух под заготовкой не препятствовал ее перемещению, происходящему с большой скоростью, полость матрицы под заготовкой вакуумируют с помощью специальной системы через отверстие 8.

Существуют также другие схемы передачи энергии от заряда к заготовке при штамповке взрывом: продукты взрыва воздействуют непосредственно на заготовку; заготовку штампуют жидкостью, давление в которой создает поршень, возбуждаемый силой взрыва. Выбор схемы зависит от размеров и сложности штампуемых изделий, материала, программы выпуска, производственных условий и ряда других факторов.

Штамповка деталей с использованием энергии взрыва имеет ряд существенных преимуществ: снижается стоимость инструмента, т.к. используется только матрица, а не комплект штампа (матрица и пуансон). Сама матрица изготавливается из более дешевого материала; не требуется больших капиталовложений на прессовое оборудование, хотя некоторые капиталовложения необходимы для создания устройств и взрывных приспособлений; некоторые детали гораздо проще изготавливать путем взрывной обработки, в частности несимметричные детали; возможно изготавливать сложные детали или даже конструкции, как единое целое, а не из отдельных частей, соединяемых с помощью сварки; обеспечивается хорошее качество поверхности, более высокие допуски; исключается в некоторых случаях промежуточная термообработка вследствие более полного использования пластических свойств металла и создания более благоприятной схемы напряженно-деформированного состояния. Однако имеется и ряд трудностей: требуются более сложные меры по обеспечению техники безопасности, установка дистанционного управления, подготовка квалифицированного персонала.

Также в производстве используется методы сварки и упрочнения взрывом.

При сварке взрывом происходит соединение деталей за счет совместной пластической деформации в результате соударения, вызванного взрывом быстродвижущихся соединяемых частей.

Соединяемые детали, одна из которых неподвижна, располагают на некотором расстоянии (или под определенным углом) друг от друга. На подвижную заготовку 3 кладут взрывчатое вещество 2 с детонатором 1. При срабатывании детонатора происходит процесс разложения взрывчатого вещества, создавая давление, распространяющееся позади фронта детонации. В результате этого подвижная заготовка получает ускоренное движение, направленное в сторону неподвижной заготовки 4. Соударяясь заготовки получают взаимную пластическую деформацию, необходимую для прочного соединения.

Одним из перспективных способов деформационного упрочнения является воздействие на металлы и сплавы ударных волн, реализующихся при взрыве бризантных взрывчатых веществ. Эффект упрочнения обусловлен тем, что в результате взрывного нагружения в металле повышается плотность дефектов кристаллического строения, в основном дислокаций.

**Энергоносители**

К источникам энергии при обработке металлов взрывом относятся различные виды взрывчатых веществ (ВВ). Взрывчатым веществом называется химическое соединение (смесь), которое под действием теплоты, механического удара или давления за короткий промежуток времени превращается в другое устойчивое вещество, полностью или большей частью газообразное. В основе процесса гидровзрывной обработки лежит физическое явление, представляющее собой процесс быстрого химического превращения вещества, сопровождаемого переходом его потенциальной энергии в механическую работу деформации. Работа, произведенная взрывом, обусловливается быстрым расширением газов, независимо от того, существовали ли они раньше или образовались во время взрыва.

Основной признак взрыва – резкий скачок давления в среде, окружающей заряд. Газообразные продукты взрыва, образуемые благодаря большой скорости химической реакции, занимают в начальный момент незначительный объем, быстро увеличивающийся впоследствии, в результате чего в зоне взрыва резко повышается давление. Переход взрывчатого вещества из твердого в газообразное состояние происходит за стотысячное или даже миллионные доли секунды. Огромная скорость протекания процесса обуславливает высокую концентрацию энергии, которая не образуется в условиях протекания обычных химических реакций. О скорости протекания процесса взрыва можно судить по данным об изменении линейной скорости распространения его взрывной волны. Для современных взрывчатых веществ она изменяется в пределах 2000 - 9000 м/с. Большие давления при взрыве не могли бы возникнуть, если бы химическая реакция не сопровождалась образованием большого количества газообразных продуктов. В зависимости от условий возбуждения химической реакции, характера ВВ и некоторых других факторов скорости перемещения взрывной волны различны и существенно влияют на условия деформирования.

Взрывная энергия передается на заготовку через промежуточную среду. От вида и плотности этой среды в большой степени зависит использование этой энергии. Промежуточная среда небольшой плотности поглощает часть энергии на сжатие и тем самым значительно уменьшает КПД процесса и повреждает поверхность заготовки. Характер распространения пластических волн зависит в основном от вида промежуточной среды: является ли она сыпучей или упругой.

При использовании воды в виде промежуточной среды пластическая деформация более равномерно распространяется по всей заготовке и зависит от выбора заряда и его расположения в рабочей среде. При взрыве в водном слое, окружающем заряд, образуется мощная ударная волна, которая удаляется от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью. Газовые пузыри от продуктов взрыва продолжают расширятся радиально, постепенно снижая скорость. Их давление постепенно уменьшается и в определенный момент становится меньше давления окружающей среды. С этого момента начинается обратный процесс сжатия газовых пузырей, который продолжается и после повторного выравнивания давления под влиянием сил инерции водной массы. Распространение ударной волны идет быстрее чем, рост газового пузыря. В связи с этим волна первой достигает поверхности заготовки, и начинается процесс деформации. При этом часть энергии поглощается, а часть отражается. Поглощенная энергия переходит в упругую и пластическую деформацию.

Одновременно с началом деформирования заготовки под действием отраженной волны за заготовкой возникает разряжение.

В результате этого непосредственно над заготовкой образуется область кавитации, которая состоит из смеси частиц воды и газа. Кавитация характеризуется тем, что внутри кавитационной зоны скорость каждой частицы остается постоянной. Скорость деформирования листовой заготовки больше скорости этих частиц. После отдачи энергии вода в этой зоне остается в спокойном состоянии.

При использовании в качестве промежуточной среды песка или резины в центральных частях их объема возникает повышенное трение, которое препятствует распространению деформирующих волн, а на периферии детали действие ударного импульса уменьшается. В результате этого создаются условия для сосредоточения усилия в центральной части заготовки. Поэтому при больших зарядах заготовка разрушается вблизи кромки матрицы.

Преимущество воды в качестве промежуточной среды состоит в том, что она обеспечивает высокий КПД процесса, повышенные скорости деформирования и высокие давления (в 100 раз выше, чем при использовании воздушной среды).

Наибольшее распространение при взрывном формообразовании получили бризантные взрывчатые вещества, имеющие следующие преимущества:

большую мощность, высокую скорость ударной волны, надежность и удобство при работе, хорошо изученную кинематику взрыва.

Наряду со взрывчатыми веществами применяются и взрывчатые смеси:

газообразные, жидкие и твердые. Проведенные исследования целесообразности использования того или иного типа энергоносителя доказывают несомненные преимущества взрывчатых веществ перед другими энергоносителями. Взрывчатые вещества являются доступными и дешевыми продуктами производства. Они наиболее подходящие и незаменимы ввиду их неограниченной мощности при формообразовании больших толстостенных деталей. Форма заряда должна быть такой, чтобы обеспечить наиболее благоприятную нагрузку на заготовку. Она определяется характером диаграммы нагрузки, действующей на заготовку и определяющей течение металла в процессе формообразования. В настоящее время определенные преимущества имеет сосредоточенный заряд, который обеспечивает равномерную нагрузку на всей поверхности заготовки и наибольшую точность формообразования. С целью повышения безопасности формообразования имеет смысл применять пылеобразные ВВ.

**Основные технологические параметры при гидровзрывном формообразовании**

Режим и условия гидровзрывного формообразования определяют следующие основные параметры: вид ВВ, его масса, плотность, форма, расположение заряда над заготовкой, уровень жидкости над заготовкой, сила прижима заготовки и характер ее действия, диаметр рабочего бассейна, толщина заготовки. Важным параметром процесса служит масса ВВ. От ее правильного определения зависит как технико-экономическая эффективность, так и технологические возможности процесса. Для точного определения необходимого количества ВВ нужно учитывать все явления, связанные с расширением продуктов горения, распространения ударной волны в водной среде, дифракцией и отражением ударной волны, действием инерционных сил.

Проведенные исследования по определению влияния заряда на характер распределения деформации показывают, что цилиндрический заряд диаметром 0,1 диаметра заготовки является оптимальным для получения качественных деталей. Плоский заряд уменьшает возможность образования складок на боковых поверхностях тонкостенных деталей. Использование вместо сосредоточенного заряда детонирующего шнура позволяет уменьшить количество используемого взрывчатого вещества и максимально приблизить заряд к заготовке.

Производственные исследования показали, что идеальная форма заряда должна соответствовать форме детали. Это позволяет расположить энергоноситель в максимальной близости к заготовке, и при использовании подобных зарядов возникает плоская волна, имеющая большую мощность.

При деформировании сосредоточенным зарядом высота его расположения над заготовкой в большей мере зависит от относительной толщины деталей. Чем больше эта толщина, тем меньше расстояние заряда до заготовки. (0,1-0,3 диаметра заготовки).

Высота расположения заряда подбирается и в зависимости от условий получения максимального изгиба заготовки при минимальной его массе. Кроме того, необходимо обеспечить равномерное формоизменение заготовки, а скорость деформации должна быть меньше критической, связанной с природой металла. Например, для легированных сталей высота расположения заряда должна быть больше, чем для углеродистых сталей. Существует тенденция связывать высоту подвески заряда с проходным сечением матрицы. Некоторые исследователи утверждают, что высота подвески заряда в проходном сечении должна быть в пределах 0,5-1,0 размера проходного отверстия матрицы, ибо увеличение высоты ведет к увеличению массы заряда, а от последнего зависят прочность и габариты технологического оборудования. При определении необходимого уровня воды над заготовкой исходят из рабочего давления. Над заготовкой должен быть такой слой воды, чтобы отраженная волна достигла заготовку за больший промежуток времени, чем ударная волна.

Предотвращение образования складок на детали – одна из важных и наиболее трудных проблем при внедрении гидровзрывного формообразования в промышленность. Для избежания складок в настоящее время рекомендуется применять обычные методы прижима заготовок с помощью винтов, скоб, клиньев и т.п.

**Технологическое оборудование при гидровзрывном формообразовании**

Основную роль при гидровзрывном формообразовании играет технологическое оборудование, включающее стационарные сооружения для гидровзрывного формообразования, инструментальную оснастку, вспомогательное оборудование и защитные средства. Стационарные сооружения подразделяются на стационарные бассейны разового использования, бассейны-матрицы, бронекамеры и др. Стационарные бассейны нашли наиболее широкое применение и используются при изготовлении большой номенклатуры изделий. Основное стационарное оборудование для гидровзрывного формообразования заготовок должно обеспечить сохранение деформирующей жидкости в очаге деформации; максимальную сейсмозащиту окружающих его промышленных зданий, вспомогательного технологического оборудования и бытовых сооружений; максимальную безопасность обслуживающего персонала; удобство работы, производительность труда; использование средств механизации и автоматизации. Стационарные бассейны выпускают различной геометрической формы: прямоугольные, цилиндрические, в форме усеченного конуса, в форме усеченной пирамиды. Бассейны в соответствии с применяемым материалом подразделяют на металлические, железобетонные, кирпичные и др.

В зависимости от способа монтажа они бывают: вкопанными в землю с фундаментом или без него, смонтированными на поверхности также с фундаментом или без него.

Стационарные сооружения – бассейны обладают некоторыми недостатками: неуправляемое перемещение бассейна, смонтированного на песчаной подушке или цементном основании;

повышенная взрывосейсмическая нагрузка на почву и окружающие сооружения и оборудование;

возможность образования трещин, особенно в бассейнах из кирпича или бетона; искривление стен в результате плохой центровки заряда;

выброс рабочей жидкости; погружение бассейна в землю, если он смонтирован непосредственно на земле.

Эти недостатки могут быть уменьшены, а в некоторых случаях и полностью исключены при расположении стационарного оборудования на амортизаторах в виде винтовых или конических пружин.

**Производство изделий деформацией взрывом**

Использование энергии взрыва значительно расширяет возможности обработки металлов давлением. Посредством энергии взрыва можно создавать давление от тысяч до миллионов атмосфер. Высокие давления определяют особые условия деформации металла, изменение свойств ( повышение прочности, плотности, твердости), позволяют деформировать материалы, не поддающиеся обработке давлением при обычных скоростях и условиях деформации, и осуществлять сварку разнородных металлов с большой разницей температур плавления. Изменением при деформации взрывом массы и конфигурации заряда, расстояния от заряда до заготовки и других параметров процесса можно получать изделия с заданными механическими свойствами. Применение энергии взрыва при штамповке позволяет не только отказаться в ряде случаев от создания крупногабаритного и дорогостоящего оборудования, но и обеспечить получение изделий с новыми качествами более точными размерами, значительно сократить технологический цикл получения готового продукта и во многих случаях исключить ручные отделочные операции. Особое место занимает применение энергии взрыва для соединения (сварки) разнородных металлов и получения композиционных материалов. Почти все традиционные способы сварки связаны с местным нагревом металла до пластического состояния, а в некоторых случаях – до расплавления.

Возможности сварки металлов взрывом для получения двух - и многослойных материалов не ограничены. Практически возможно сваривать разнородные металлы любых размеров. Прочность сварных соединений при сварке взрывом, как правило, превышает прочность свариваемых металлов. Энергия взрыва используется также в одном из перспективных направлений – порошковой металлургии для прессования (уплотнения) некомпактных металлических и неметаллических материалов.

**Вывод**

Практика показала, что многие ручные слесарно-зачистные операции и слесарно-полировальные операции могут быть успешно заменены высокоэффективной механизированное или автоматизированной струйной гидроабразивной обработкой. Этот метод обработки обладает высокими технологическими возможностями, он может использоваться для различных видов обработки, например, для: скругления острых кромок и сопряженных радиусов; полировки и шлифовки сложных поверхностей; удаления заусенцев и зачистки сварных швов; снятия со всей поверхности или локально дефектного слоя; подготовки поверхности под покрытие; снятия небольшого припуска с целью снижения шероховатости поверхности; удаления оксидных пленок, нагара, различных повреждений с поверхностей деталей. При этом обеспечивается высокая производительность и хорошее качество поверхностного слоя.

Однако этот метод обработки еще не получил широкого распространения. Это объясняется, в первую очередь, тем, что инженерно-технические работники предприятий недостаточно осведомлены о технологических возможностях струйной гидроабразивной обработки, они не располагают необходимыми материалами по выбору параметров и режимов обработки, применяемых абразивах и составах суспензии, конструкций струйных аппаратов, имеющегося технологического оборудования и т.п.

Учитывая это, нужно стремиться показать возможности струйной гидроабразивной обработки, привести необходимые данные по разработке технологических процессов с использованием данного метода обработки, описать конструкции и методики расчета струйных аппаратов.

**Список литературы**

1)www.twirpx.com

2)www.neuch.ru