

Применение гидроабразивного резания для освобождения пострадавших в ДТП

77-30569/224593

08, август 2011

Абашин М. И., Саркисов П. И.

УДК 629.067

МГТУ им. Н.Э. Баумана

texhelp@list.ru

p_sark@mail.ru

На сегодняшний день технологии обработки металла достигли того технического уровня, который позволяет адаптировать специфичные методы, ранее применяемые только на производстве, к решению современных задач, диктуемых растущими требованиями. К подобным требованиям можно отнести пассивную безопасность транспортных средств. Процесс освобождения водителя и пассажиров из деформированного обитаемого отсека предполагает разрезание металла несущей системы, и один из современных технологических методов выглядит в этом контексте явно выгоднее других.

В настоящее время технологии гидрорезания и гидроабразивного резания неметаллических и композиционных материалов, тугоплавких, жаропрочных и титановых сплавов, конструкционной керамики, все шире применяемых в современном машиностроении, продемонстрировали высокую конкурентоспособность по сравнению с механическим, лазерным, плазменным и другими высокотехнологичными видами резания [1].

Первые работы по исследованию технологии гидрорезания начались в бывшем СССР в конце 50-х начале 60-х годов прошлого века [2]. Но первыми запатентовали способ гидроструйной обработки материалов представители фирмы McCartney Manufacturing's (США) и успешно внедрили его в 1971 году на заводе Alton Box Board Co. для резки материалов [3].

С тех пор технологии гидрорезания и гидроабразивного резания уверенно вошли в мировой арсенал самых современных универсальных способов физико-технической обработки материалов, обладающих широкими технологическими возможностями. Перспективность использования, технико-экономическая эффективность данных технологий отмечена в работах отечественных и зарубежных ученых.

Физико-технологическую основу обрабатывающих гидроструйных технологий составляет формирование высокоэнергетической компактной жидкостной или абразивно-жидкостной ультраструи, играющей роль основного формообразующего инструмента, режущая способность которого обусловлена его составом и удельной кинетической энергией. Сам термин, понятие «ультраструя», объединяет с физической точки зрения практически все гидроструйные технологии, прежде всего гидрорезания и гидроабразивного резания.

Энергетической основой гидроструйных технологий является процесс превращения работы, совершаемой главными исполнительными органами технологического оборудования: мультипликатора или плунжера, в кинетическую энергию струи жидкости малого диаметра. Это достигается путем сжатия рабочей жидкости, обычно воды, до сверхвысоких давлений ($P \sim 400$ МПа) и ее последующего продавливания через специально спрофилированное гидросопло малого диаметра ($d_c \sim 0,1 \dots 0,25$ мм). На выходе из гидросопла компактная струя воды имеет сверхзвуковую скорость ($V \sim 800 \dots 900$ м/с) и обладает громадной удельной кинетической энергией ($E_k > 250$ кДж/кг). Кинетическая энергия сверхзвуковой струи жидкости в зоне обработки материалов превращается в механическую энергию, в частности в работу сил резания. Благодаря этому ультраструя жидкости, обычно воды, способна разрушать неметаллические материалы, металлы и сплавы практически любой прочности, широко применяемые в отраслях новой техники [4,5].

Параметры резания различных материалов с помощью гидроструи приведены в табл.

Параметры резания материалов с помощью гидроструйной технологии

Материал	Толщина материала, мм	Скорость резания, мм/мин
Малоуглеродистая сталь	5-30	20-300
Титан	8-25	40-250
Алюминий	12-120	25-500
Многослойное бронестекло	50	400

Номенклатура современного гидрорежущего оборудования достаточно широка и различается по степени универсальности и автоматизации. Оно изготавливается в стационарном и мобильном технологических вариантах. В качестве иллюстрации на рис. 1 и 2 представлены типовые технологические установки для гидрорезания различных материалов.



Рисунок 1 – Гидрорежущая установка производства фирмы MultiCam Waterjet Systems

В современных условиях становится всё более актуальным решение проблемы обеспечения безопасного и оперативного освобождения водителя и пассажиров автомобилей от последствий тяжёлых ДТП. Растущие скорости перемещения и плотность транспортного потока обостряют ситуацию.

Согласно статистике ГИБДД РФ, за 2010 год в России произошло 199 431 дорожно-транспортное происшествие, в которых пострадали 250 635 человек, погибли 26 567.

При ДТП важным моментом оказания помощи пострадавшему является правильное извлечение его из автомобиля. Особенно сложно сделать это при деформации кузова и заклинивании двери, например, при опрокидывании автомобиля. В этих случаях необходимо, используя монтировочную лопатку или другие подручные средства, открыть одну из дверей, желательно со стороны пострадавшего. Получив доступ в салон транспортного средства, следует немедленно выключить зажигание.



Рисунок 2 – Мобильный вариант гидроструйной установки (фирма NET spol s r.o. – Чехия)

Если состояние пострадавшего не вызывает опасений и в данный момент ему ничто не угрожает, можно не извлекать его из автомобиля, так как допущенные при этом ошибки могут усугубить полученные человеком повреждения.

Если пострадавший без сознания, следует убедиться в проходимости дыхательных путей и обеспечить ее до извлечения из автомобиля.

Если человек находится в тяжелом состоянии (остановка дыхания и кровообращения, сдавливание тела, кровотечение и т.д.) или может получить новые повреждения, необходимо немедленно извлечь его из автомобиля.

Учитывая возможную травму грудной клетки, грубые, сопряженные с применением значительных физических усилий приемы могут нанести пострадавшему дополнительную травму и непоправимый вред.

Если существует опасность нарушения дыхания или усугубления травмы шейного отдела позвоночного столба, положение головы, шеи и грудной клетки необходимо сохранять неизменным относительно друг друга.

При повреждении позвоночного столба извлекать пострадавшего из автомобиля должны несколько человек, аккуратно вытягивая за голову.

Требования по безопасному извлечению людей из повреждённого обитаемого отсека для оказания им оперативной помощи строгие, что вызвано медицинскими особенностями. Однако стандартные методы извлечения не соответствуют современным требованиям. Как правило, для решения таких задач используются угловые шлифовальные машины, гидравлические ножницы и гидродомкраты (рис. 3, 4).

Однако угловые шлифовальные машины производят искры, что опасно в условиях повреждённой конструкции автомобиля, так как может иметь место утечка топлива, существует опасность взрыва. Гидравлические ножницы и домкраты в этом отношении безопаснее, но они требуют недопустимо много времени на решение задачи. В ситуациях, когда здоровье водителя или пассажиров под угрозой, время становится решающим фактором.



Рисунок 3 – Освобождение водителя после ДТП с помощью гидродомкрата.



Рисунок 4 – Освобождение пострадавших принудительным вскрытием дверей.

Наиболее тяжёлыми случаями являются лобовое столкновение, лобовой удар со смещённым центром, переворот автомобиля, боковой удар. Все эти режимы существенно повреждают несущую систему автомобиля, как правило, нарушая кинематику дверей и блокируя людей в обитаемом отсеке. При таких повреждениях характерны разрывы листового металла, разрушения швов точечной сварки, деформации направляющих элементов подвески, рулевого управления и их воздействие на водителя и пассажиров (рис. 5, 6).



Рисунок 5 – Характерные повреждения несущей системы – надрывы, разрушения точечных швов.



Рисунок 6 – Характерные последствия лобового столкновения со смещённым центром – водительская дверь заблокирована.

В этой связи, весьма перспективным видится применение современных методов гидроабразивной резки для усложняющихся задач пассивной безопасности дорожного движения. Идея предполагает мобильный автономный комплекс с подвижной режущей головкой и набором насадок.

Для решения задач резания повреждённых кузовов автомобилей достаточно рабочего давления на уровне 2500...4000 атм. при диаметре гидроабразивной струи около 1 мм. Для обеспечения данного режима достаточно насосной станции высокого давления производительностью 2,6 л/мин, питающейся от трёхфазного генератора с рабочим напряжением 380 В. Подобная насосная станция весит порядка 1300 кг, и имеет габаритные размеры примерно 1100x800x1500 мм. Массово-габаритные параметры позволяют без осложнений компоновать станцию на шасси типа ГАЗ-3302 Газель, ГАЗ 33104 Валдай, Мерседес-Бенц Варио [6]. Вычислением определяется расход воды, равный 156 литров за 1 час непрерывной работы. Такой незначительный расход позволяет расположить на самоходном шасси резервуар с водой, обеспечивающий длительную работу комплекса.

Кроме того, требования, предъявляемые к воде, позволяют использовать систему водоснабжения города в качестве резервного источника.

Для формирования абразивно-жидкостной суспензии необходим абразивный материал, расход которого составляет порядка 0,4 кг/мин. Таким образом, для часа непрерывной работы потребуется всего 24 кг гранатового концентрата.

Для управления клапаном высокого давления и нормального функционирования системы доставки абразива к режущей головке требуется пневмопривод с давлением 6 атм. Эта система может быть совмещена со штатным пневмоконтуром тормозной системы шасси, поскольку во время работы установки автомобиль заторможен и неподвижен.

Существенной проблемой является труднодоступность удобной позиции головки (рис. 7) для резания. В данном контексте целесообразно применять набор различных по направлению струи насадок. Сама головка имеет размеры, позволяющие ей быть помещённой в необходимую позицию среди элементов повреждённой конструкции несущей системы. При этом рикошет струи и брызги, несмотря на близость к пострадавшим, не оказывают опасного влияния, так как ввиду высокой скорости потери энергии струи от расстояния вследствие распыления струи (рис. 8) рикошет имеет существенно меньший импульс и не является опасным как для пострадавших в ДТП, так и для спасателей, осуществляющих резание.



Рисунок 7 – Режущая головка
(производитель BHDT – Австрия)

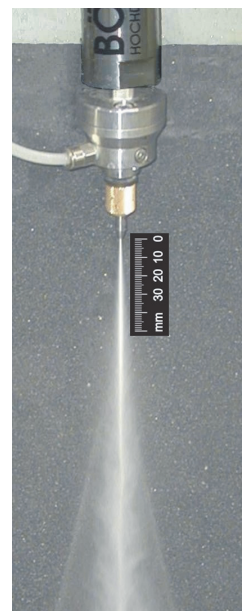


Рисунок 8 – Иллюстрация распыла
абразивно-жидкостной струи в зависимости
от расстояния (данные производителя BHDT
– Австрия)

В отличие от промышленных применений гидроабразивного резания, где толщина и структура материала, как правило, постоянна по длине реза, для случая резания деформированного кузова сопротивление струи будет всегда разным. Таким образом, необходимы дополнительные средства безопасности, как для пострадавших, например накладки, так и для сотрудников МЧС при резании. Однако такие средства носят локальный характер, не являются крупными по габариту. Тем не менее, одним из наиболее важных вопросов остаётся обеспечение полноценной безопасности при работе с подобным оборудованием. Технология гидроабразивного резания сравнительно молода в нашем регионе, особенно если оборудование монтируется на подвижном основании, в том числе и поэтому необходимо разработать соответствующее описание техники безопасности в данном контексте.

Важным применением является освобождение пострадавших из бронированных автомобилей. Это касается инкассаторской техники, а также автомобилей важных персон – как правило, стандартный инструмент не способен разрушить такую усиленную металлическую структуру, либо он требует для разрушения металла и освобождения людей недопустимо много времени. В дальнейшем подобные мобильные комплексы могут быть использованы для освобождения экипажей деформированных военных бронированных автомобилей и гусеничных машин.

Особенно актуально при описанном методе сокращение времени на освобождение людей для случаев массовых перевозок – это как автобусы, так и железнодорожные вагоны.

В заключение следует отметить, что сегодня применение гидроабразивного резания для освобождения людей из повреждённого обитаемого отсека становится оправданным ввиду ряда его особенностей, таких как пожаро- и взрывобезопасность (нет высоких температур и искр), экологичность процесса, высокая скорость резания, мобильность и компактность комплекса, гибкость системы – головка может располагаться в труднодоступных зонах.

В условиях постоянно растущих потребностей человечества, на пути непрерывного развития технологического уровня необходимо помнить и о растущих рисках и опасностях, приносимых каждой новой технологией. Поэтому сегодня важно не только сохранять должный уровень безопасности, но и совершенствовать это свойство, так как это является залогом устойчивого и уверенного развития технологий без повышения рисков для человека и окружающей среды.

Литература

1. Барзов А.А., Галиновский А.Л. Технологии ультразвуковой обработки и диагностики материалов – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 246 с
2. Некоторые исследования гидродинамики струи жидкости, истекающей из сопла под давлением до 1500 атм./ Л.Ф. Верещагин, А.А. Семерчан, А.И. Фирсов и др.//ЖТФ.- Т. XXVI.-1956.-Вып.11.-С.2570-2577
3. Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф., Ярославцев В.М. Нетрадиционные методы обработки материалов: Электронное мультимедийное учебное пособие.- М.: Изд-во МГОУ, 2007.
4. Степанов Ю.С. Барсуков Г.В. Современные технологические процессы механического и гидроструйного раскроя технологических тканей. Библиотека технолога. М.: Машиностроение, 2004. 240 с.
5. Тихомиров Р.А. Гидрорезание судостроительных материалов/ Р.А. Тихомиров, В.Ф. Бабин, Е.Н. Петухов. – Л.: Судостроение, 1987. – 164 с.
6. Проектирование полноприводных колёсных машин: Учебник для вузов: В 3 т. Т. 3 / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 432 с.: ил.