

УДК 621.787

ПЕРФОРАТОРЫ ДЛЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО СВЕРЛЕНИЯ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ

© 2013 В.В. Усачев, И.Д. Ибатуллин, Д.А. Деморецкий

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 29.03.2013

Показана новая конструкция перфороваторов для формирования отверстий методом пластического сверления, имеющая твердосплавный стержень с двумя рабочими частями. Приведен экспериментальный метод оценки рациональных режимов пластического сверления. Показаны результаты исследования свойств материала в зоне обработки.

Ключевые слова: *пластическое сверление, перфороватор, технологический режим, программно-аппаратурный комплекс, качество, отверстие*

При необходимости формирования качественного резьбового отверстия в тонкостенной заготовке наиболее рациональным методом обработки является пластическое сверление, при котором осуществляют фрикционный разогрев материала в результате действия комбинации осевой силы подачи и относительно высокой скорости вращения инструмента (перфороватора) с последующим выдавливанием отверстия с образованием вытянутого участка наподобие «втулки», заметно удлиняющей длину получаемого отверстия. К достоинствам пластического сверления относятся высокая стойкость инструмента (до 10 тысяч операций) без перетачивания; высокая точность и чистота отверстий; повышенный момент затягивания резьбы; бесстружечный процесс; не требуется дополнительных операций и деталей для увеличения длины отверстия под резьбу и др. Наиболее интенсивное развитие технология пластического сверления получила за рубежом, где ежегодно патентуются десятки технических решений по совершенствованию технологии и инструмента и осуществляются поставки инструмента по всему миру [www.centerdrill.de; www.zecha.de; www. Formdrill.com]. К недостаткам существующего инструмента относятся: нерациональное использование дорогостоящих твердых сплавов; чувствительность перфороваторов к биениям; значительный теплоотвод из зоны обработки в шпиндель

станка через инструмент. Для решения данных проблем в СамГТУ разработана новая конструкция перфороваторов со сменными твердосплавными вставками (рис. 1).

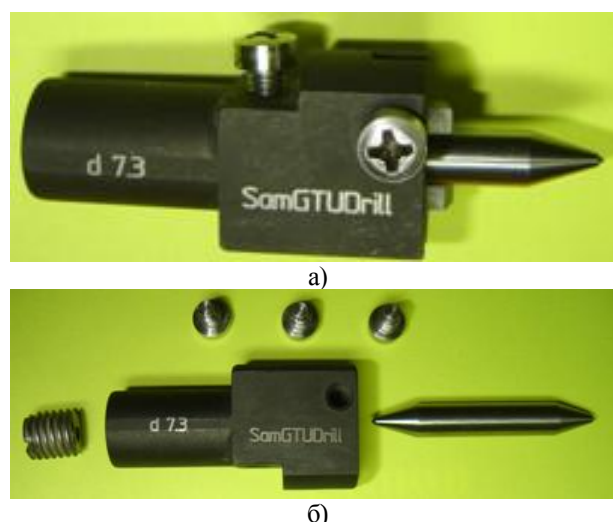


Рис. 1. Общий вид перфороватора со сменной твердосплавной вставкой для обработки стальных заготовок (а) и вид перфороватора в разборе (б)

При изготовлении и эксплуатации новых перфороваторов достигаются следующие преимущества: снижение расхода дорогостоящих твердых сплавов; повышение производительности сверления за счет подавления «паразитного» теплоотвода из зоны обработки в шпиндель станка; ремонтпригодность перфороваторов за счет возможности повторного шлифования рабочих поверхностей; отсутствие потребности в больших производственных площадях и дорогостоящем технологическом оборудовании для изготовления перфороваторов; уменьшение чувствительности перфороваторов к биениям и ударам; снижение энергоемкости обработки и устранение

Усачев Василий Владимирович, аспирант. E-mail: vas-usachev@yandex.ru

Деморецкий Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Конверсионные и двойные технологии энергонасыщенных материалов и изделий». E-mail: dda74@inbox.ru

Ибатуллин Ильдар Дугласович, доктор технических наук, профессор кафедры «Нанотехнологии в машиностроении». E-mail: tribo@rambler.ru

необходимости в специальном охладителе; возможность переворачивания твердосплавного стержня после износа одной из его рабочих частей удваивает ресурс перфоратора; возможность регулировки длины рабочей части перфоратора обеспечивает настраивать инструмент на обработку заготовок различной толщины.

Высокий ресурс перфоратора обеспечивается не только конструкцией инструмента, но также выбором рациональных режимов пластического сверления, при которых исключаются значительные динамические воздействия на инструмент из-за изменения осевых усилий и скачков момента трения. Поскольку обработка деталей методом пластического сверления, как правило, на предприятиях осуществляется с использованием станков с ЧПУ, то важно задать такую скорость осевого перемещения перфоратора, которая обеспечит равномерность нагрузки при приемлемой длительности обработки. Для этого в лаборатории наноструктурированных покрытий СамГТУ разработан измерительный программно-аппаратурный комплекс для компьютеризированной оценки осевой нагрузки на перфоратор (рис. 2), момента трения при сверлении, средней температуры в зоне обработки, осевого перемещения перфоратора в процессе сверления.

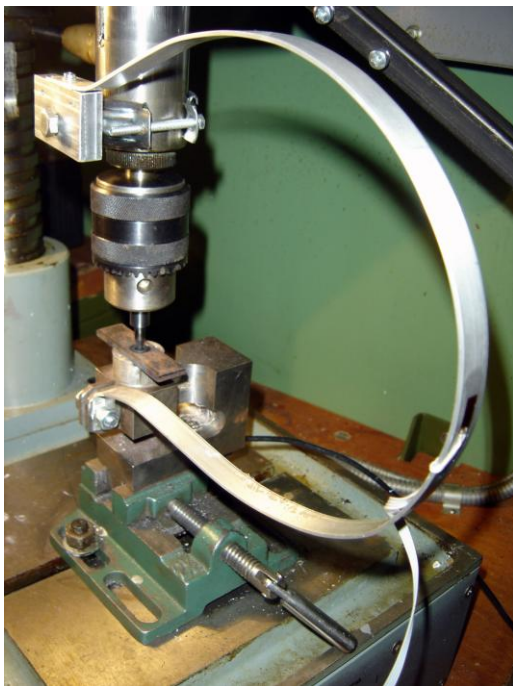


Рис. 2. Измерительный комплекс для исследования режимов пластического сверления

С помощью данного комплекса проводили ряд испытаний при различных значениях осевой нагрузки, величина которой сохранялась постоянной на протяжении формирования каждого отверстия. При низких значениях осевой нагрузки процесс сверления сильно затягивался. При

достижении рациональных осевых нагрузок пластическое сверление осуществлялось достаточно быстро (несколько секунд). Превышение нагрузки рациональных значений приводит к ускоренной деформации заготовки и заклиниванию перфоратора с возможностью его механического разрушения. Как видно из примера, показанного на рис. 3, для обеспечения равномерности осевой нагрузки на перфоратор необходимо осуществлять сверление с разными скоростями: ускоренно в начальной и конечной стадиях и замедленно – в средней стадии.

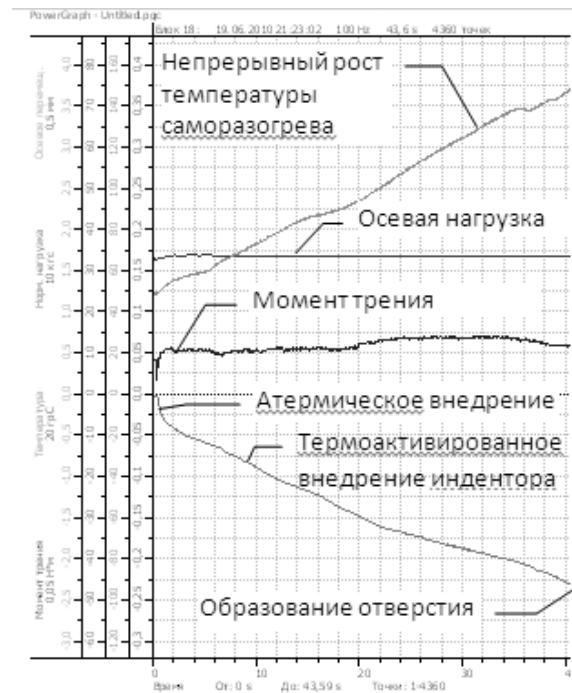


Рис. 3. Пример режимов пластического сверления алюминиевого профиля толщиной 2 мм

Следующим этапом совершенствования инструмента для пластического сверления стал выбор марки твердого сплава, обеспечивающего высокую стойкость рабочей части перфоратора. Для этого были изготовлены сменные стержни из различных марок твердых сплавов российского и немецкого производства, рекомендованных для изготовления металлообрабатывающего инструмента. Для ускоренной оценки относительной стойкости инструмента использовали разрушающее испытание перфораторов, при котором в течение 20 минут выполняли непрерывное сверление цилиндрического образца (сталь 10) диаметром 30 мм и высотой 40 мм (рис. 4). В таких условиях (без смазки и охлаждения) наблюдается интенсивный износ твердосплавного наконечника, что позволяет быстро провести сравнительный анализ. Испытания среди выбранных материалов показали, что максимальная стойкость обеспечивается инструментом из твердого сплава K6UF.

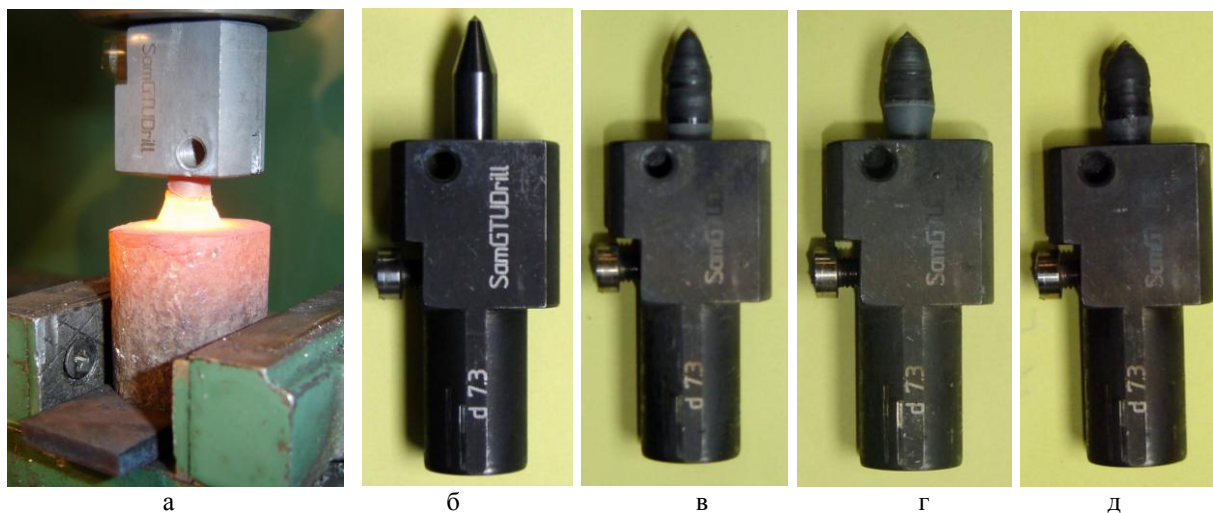
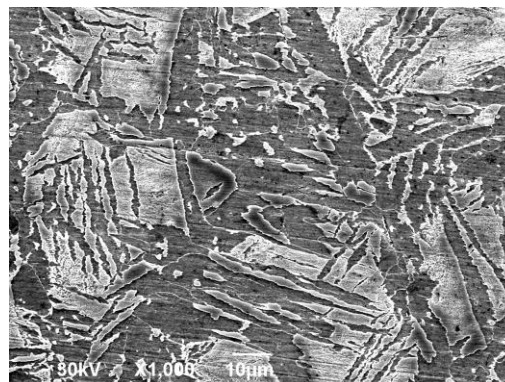


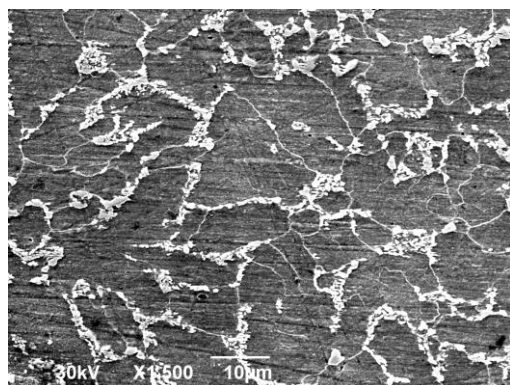
Рис. 4. Разрушающие испытания перфаторов для оценки относительной стойкости твердосплавных стержней (а). Вид перфатора до испытаний (б) и после испытаний (в-д) при изготовлении стержня из твердых сплавов К6UF (в), К55SF (г), ВК-10 (д)

Исследования состояния материала (сталь 3) в зоне обработки пластическим сверлением показали еще одно важное отличие пластического сверления от традиционного сверления, которое заключается в изменении структуры металла. На рис. 5 показано, что если до обработки в металле присутствовали ферритные зерна, то после обработки преобладает более прочная перлитная фаза, что обуславливает повышение механических свойств резьбовых соединений, изготовленных с использованием пластического сверления.



б)

Рис. 5. Структура металла в исходном состоянии (а) и в зоне интенсивной пластической деформации (б)



а)

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, в рамках выполнения ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 годы, соглашение № 14.В37.21.0455.

PUNCHERS FOR PLASTIC DRILLING AND CHOICE THE PROCESSING TECHNOLOGICAL MODES

© 2013 V.V. Usachyov, I.D. Ibatullin, D.A. Demoretsky
Samara State Technical University

The new design of punches for holes formation by a method of plastic drilling, having a hard-alloy core with two working parts is shown. The experimental method of estimation the rational modes of plastic drilling is given. Results of research the properties of material in a processing zone are shown.

Key words: plastic drilling, puncher, technological mode, hardware complex, quality, hole

Vasiliy Usachev, Post-graduate Student. E-mail: vas-usachev@yandex.ru; Dmitriy Demoretsky, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department "Conversional and Double Technologies of Power Saturated Materials and Products" E-mail: dda74@inbox.ru; Ildar Ibatullin, Doctor of technical Sciences, Professor at the Department "Nanotechnologies in Mechanical Engineering". E-mail: tribo@rambler.ru