

УДК 621.914

Е.А. Кудряшов, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: kea-swsu@mail.ru)

И.М. Смирнов, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: i.m.smirnov@aoniii.ru)

Д.В. Гришин, аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: d.v.grishin@aoniii.ru)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

В работе установлена сложность технологии механической обработки резанием комбинированных поверхностей деталей, представляющих сочетание разнородных по физико-механическим свойствам и обрабатываемости конструкционных материалов и, в частности, металла (алюминий) и пластикатов (полиуретан и полиэтилен), образующих сборочную единицу, секцию системы разминирования контейнерного типа.

Приведено описание операций технологического процесса механической обработки базовой детали изделия – корпус.

Выявлены особенности, наличие которых создает не только трудности в ходе осуществления технологического процесса изготовления базовой детали, но и не допустимо при эксплуатации изделия оборонного назначения.

Предложены конструкторские и технологические решения по применению новой конструкции режущего инструмента, способного устранить погрешности глубокого сверления, избежать налипания на режущей части материала защитной оболочки и корпуса, исключить повреждения тела контакта и тем самым обеспечить заданные показатели эффективности изделия.

Полевые испытания системы разминирования контейнерного типа с базовыми деталями, изготовленными с применением нового инструмента и технологии, показали высокую эффективность принятых решений.

Ключевые слова: инструмент, базовая деталь, комбинированная поверхность, сочетание материалов.

DOI: 10.21869/2223-1560-2018-22-1-71-77

Ссылка для цитирования: Кудряшов Е.А., Смирнов И.М., Гришин Д.В. Технологические особенности обработки комбинированных поверхностей деталей // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. Т. 22, № 1(76). С. 71-77.

В связи с усложнением конструктивной сложности изделий, технологам все чаще приходится решать проблемы, связанные с обработкой комбинированных поверхностей, состоящих из сочетания металла и пластикатов, и иных заменителей. Так, учитывая специфику эксплуатации изделий оборонного назначения, приходится применять на металлических корпусах защитные оболочки из неметаллов, экранирующие боеприпас от обнаружения поисковыми системами.

Ярким примером подобных конструкций является система разминирования контейнерного типа, применяемая для обезвреживания минных полей и со-

здания в них проходов для движения живой силы и техники. Изначально системы разминирования получили боевое применение в годы первой мировой войны, причем они предназначались для разрушения колючих противопехотных заграждений, а не мин. Боезапас (обычно труба длиной несколько метров, оснащенная тротилом) устанавливался вручную под заграждение и затем следовал подрыв.

В нашей стране средства разминирования получили широкое применение в годы Великой Отечественной войны. Суть действия первых образцов массового применения заключалась в транспор-

тировке по минному полю специально трала, вызывающего подрывы боеприпасов. Несмотря на эффективность, имелось множество недоработок. Прежде всего разминирование происходило достаточно быстро, а на подготовку и снаряжение трала требовалось гораздо больше времени. Существенное значение имел и случайный осколочный фактор поражения живой силы и техники как от подорванных, так и от неразорвавшихся при тралении боеприпасов.

Современные системы разминирования, при сохранении основных конструктивных особенностей и принципа действия, оснащаются новым боеприпасом –

удлинённым зарядом, в основе конструкции которого детонирующие шнуры длиной 10 и более метров, соединяемые в единый канат подвеской на нем нескольких десятков секций с боезапасом, представляющих сборочную единицу, состоящую из корпуса (рис. 1, поз. 1), с центральным сквозным отверстием для прохода единого кабеля и фиксации его в корпусе двумя стержнями (рис. 1, поз. 2), а также защитной оболочки (рис. 1, поз. 3), необходимой для предохранения корпуса от механических повреждений и сохранения целостности конструкции при боевом применении.

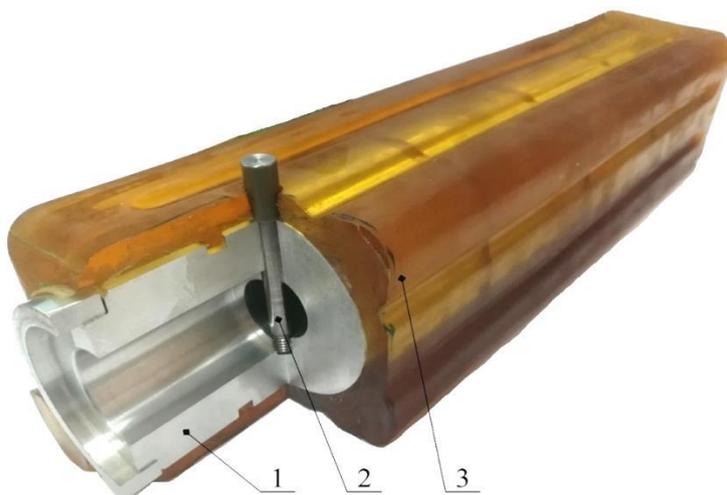


Рис. 1. Конструкция секции

Детонирующие шнуры, канат с секциями боеприпасов определенным способом размещают в контейнер и устанавливают на шасси колесной или гусеничной машины, например боевой машины пехоты (БМП-3). В ходе боевого применения, после выброса из контейнера на заданное расстояние каната с секциями боеприпасов, следует подрыв зарядов. В результате прямого поражения и детонации происходит разминирование участка местности размерами, достаточными для безопасного прохода людей и техники.

Надежная работа системы разминирования во многом определяется качеством изготовления секций, возможностью ее многократного применения несмотря на значительные динамические и ударные нагрузки, а также соударения, в том числе осколочные, при подрыве боезарядов (мин).

Представленная на рис. 1 конструкция секции является учебным имитатором боевого корпуса удлиненного заряда разминирования. Материал базовой детали секции (корпус, рис. 1, поз. 1) круг из

алюминия диаметром 60 мм марки Д1.Т.КР ГОСТ 21488-97, материал защитной оболочки (рис. 1, поз. 3) полиуретан марки 403. Комбинация материалов позволяет обеспечить выполнение тактико-технических характеристик, а именно:

- требований по габаритно-массовым характеристикам основного изделия;
- возможность многократного использования секций в диапазоне температур от минус 50 до плюс 50 градусов;
- получение минимальных дефектов конструкции от воздействия факторов боевого применения.

Процесс изготовления секции (см. рис. 1) не отличается повышенной сложностью. Вместе с тем в технологии механической обработки и сборки есть отдельные операции, требующие от технолога дополнительных решений для обеспечения точности изготовления и надежности изделия в эксплуатации [1-11].

Базовая деталь сборочной единицы – корпус (диаметр 57,6 мм, длина 317 мм) изготавливается с центральным сквозным отверстием диаметром 20 мм и имеет два ступенчатых отверстия с перепадом диаметров от 6-ти до 4,2 мм, пересекающих по центру симметрии тело детали на длине 75 мм (т.е. защитную оболочку (рис. 1, поз. 3); тело детали (рис. 1, поз. 1) и тело фиксирующего каната, устанавливаемого при сборке в центральном сквозном отверстии детали). Конструктивно перечисленные отверстия относятся к глубоким и при их механической обработке и сборке встречается ряд трудностей, а именно:

- вследствие глубокого сверления (длина отверстий более 10-ти диаметров инструмента) высока вероятность пре-

вышения установленного допуска на отклонение от перпендикулярности, по отношению к оси симметрии деталей, оси двух ступенчатых отверстий;

- при сверлении материалов защитной оболочки (рис. 1, поз. 3), затем тела детали (рис. 1, поз. 1) инструмент совершает холостой пробег через зазоры между стенками центрального сквозного отверстия и телом каната, продолжает сверление самого каната и заканчивает работу получением оставшейся части отверстия в теле детали для нарезания на этом участке, на следующем технологическом переходе, резьбы М6 для ввинчивания стержня (рис. 1, поз. 2). На режущих кромках сверла образуется плотный нарост из спаянных частиц труднообрабатываемых материалов (полиуретан, алюминий, высокопрочный полиэтилен и снова алюминий корпуса), создающий при схватывании его со стенками отверстия вероятность поломки хрупкого метчика (см. выносной элемент А, поз. 1 и 2, рис. 2).

Для устранения трудностей, связанных с получением глубоких отверстий в пакетных конструкциях, предложена конструкция самонарезной шпильки, состоящая из заходной части (рис. 3, поз. 1) (сверло диаметром 4,2 мм, оснащенное паяным режущим элементом из композита 10) и самонарезной части (рис. 3, поз. 2) (шпилька М5х0,75). Режущий элемент из композита 10 (рис. 3, поз. 3), в силу своих физико-механических характеристик, исключает наростообразование, а стружка из элементов труднообрабатываемых материалов удаляется из зоны резания посредством трех каналов на режущей поверхности шпильки (рис. 3, поз. 4) [12-14].

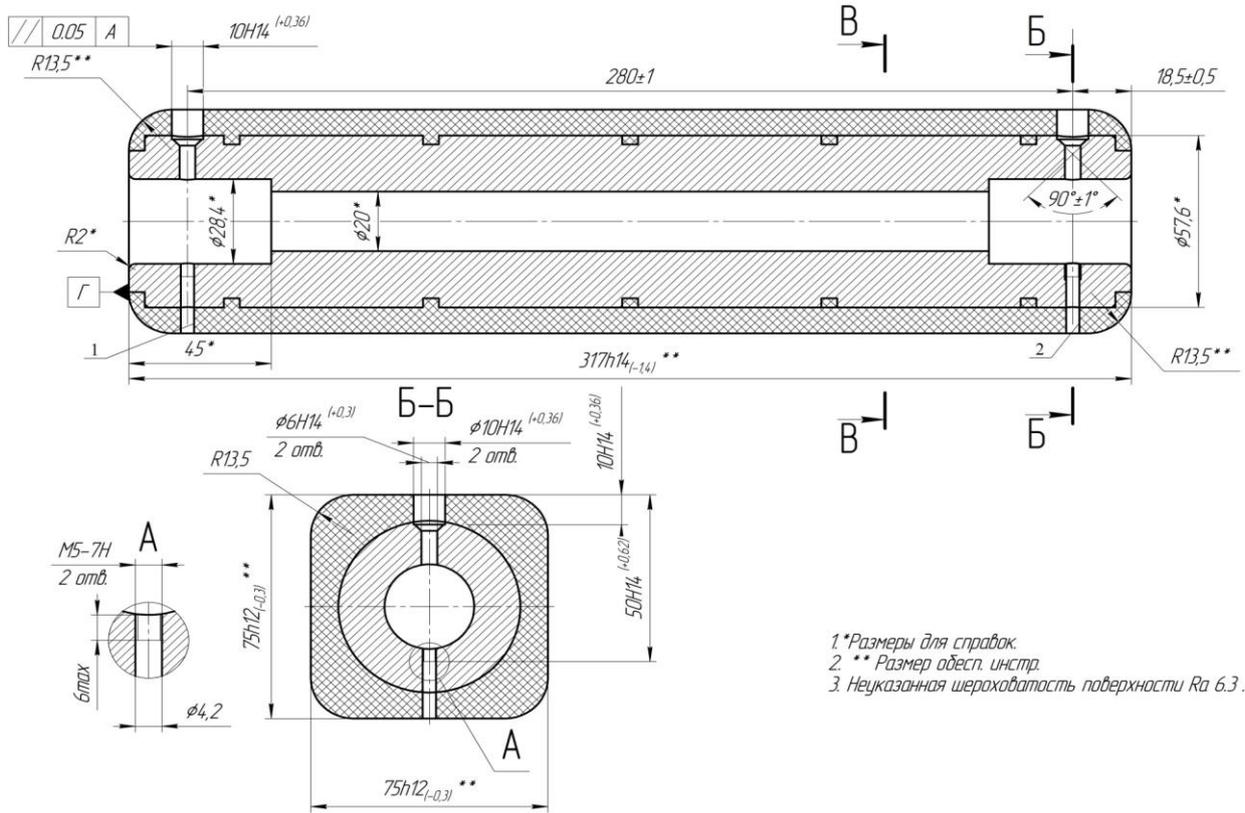


Рис. 2. Наличие глубоких отверстий в сборочной единице

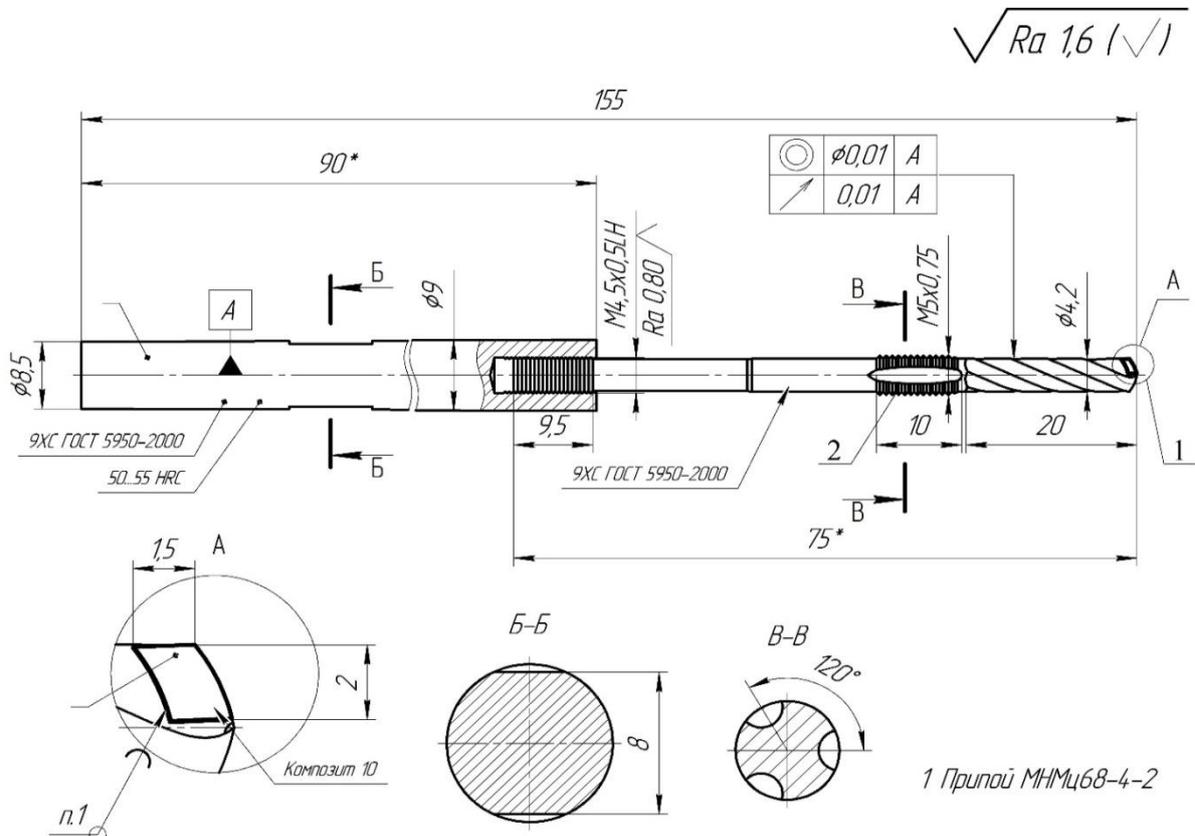


Рис. 3. Конструкция инструмента для обработки глубоких отверстий

По окончании самозавинчивания инструмент остается в сборочной единице, выполняя функцию фиксирующего канат стержня, обеспечивая надежное соединение, образуя с корпусом посадку с натягом. Рабочему остается освободить хвостик инструмента для использования при самозавинчивании следующей шпильки.

Результаты испытания системы разминирования контейнерного типа показали, что включенные в конструкцию секции самонарезные инструменты, выполняющие в изделии двойную функцию – инструмента и фиксирующего канат стержня, позволяют создать надежную конструкцию, способную без дефектов выполнить свое назначение.

Список литературы

1. Kudryashov E. A., Nikonov A. M., Stetsurin A. V. General Approach to the Optimization of Machining by Composite Tools. Russian Engineering Research, 2008, vol. 28, no. 6, pp. 611-613.
2. Kudryashov E. A., Stetsurin A. V. More Efficient Repair of Machine Parts by a Group Method. Russian Engineering Research, 2008, vol. 28, no. 9, pp. 924-925.
3. Kudryashov E. A., Nikonov A. M. Machining parts made from diverse materials by means of a composite tool. Russian Engineering Research, 2009, vol. 29, no. 3, pp. 313-315.
4. Kudryashov E. A., Nikonov A. M., Rogovskii V.S., Stetsurin A. V. Using superhard tools in discontinuous cutting. Russian Engineering Research, 2009, vol. 29, no. 2, pp. 210-213.
5. Кудряшов Е. А., Лунин Д. Ю., Павлов Е. В. Преимущества лезвийной технологии обработки деталей инструментом из композита // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2011. № 5. С. 77–80.
6. Обеспечение точности отверстий при ремонте деталей машин / Е. А. Кудряшов, Е. В. Павлов, Е. И. Яцун, А. Ю. Алтухов, Д. Ю. Лунин // *Ремонт. Восстановление. Модернизация*, 2010. № 10. С. 37-38.
7. Carou D., Rubio E. M., Davim J. P. Discontinuous cutting: failure mechanisms, tool materials and temperature study a review. *Reviews on Advanced Materials Science*, 2014, vol. 38, no. 2, pp. 110-124.
8. Способы достижения надежности работы гидроцилиндров высокого давления буровых установок / Е. А. Кудряшов, Е. И. Яцун, Е. В. Павлов, А. Ю. Алтухов, Д. Ю. Лунин // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2010. Т. 12. № 1-2. С. 401-403.
9. Stahl J. E. Metal cutting – Theories and models. Lund, Lund University, 2012. 580 p.
10. Zhao D. et al. The application of CBN on the lunar rock drill // *АЕМТ*. 2015. pp. 789–793.
11. Количественная оценка процессов в обработанном композитом поверхностном слое деталей машин / Е. А. Кудряшов, А. Ю. Алтухов, Д. Ю. Лунин, Е. Н. Фомичев // *Известия Волгоградского государственного технического университета*. 2010. Т. 6. № 12 (72). С. 10-15.
12. Технологические преимущества инструментального материала композит при обработке конструктивно сложных поверхностей / Е. А. Кудряшов, А. Ю. Алтухов, Д. Ю. Лунин, Е. Н. Фомичев // *Известия ВолГТУ*. 2010. № 12. С. 15–20.

13. Кудряшов Е. А., Смирнов И. М. Эффективная работа инструмента из композита при скоростном фрезеровании резьбы // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2013. № 2(59). С 25-32.

14. Кудряшов Е. А., Алтухов А. Ю., Яцун Е. И. Эффективная работа инстру-

мента из композита в условиях прерывистого резания // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. № 6. С. 79.

Поступила в редакцию 06.12.17

UDC 621.914

E.A. Kudryashov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: e-mail: kea-swsu@mail.ru)

I.M. Smirnov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: i.m.smirnov@aoniii.ru)

D.V. Grishin, Post-Graduate Student, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: d.v.grishin@aoniii.ru)

TECHNOLOGICAL FEATURES OF PARTS WITH COMPLEX SURFACES MACHINING

The complexity of the technology of machining by cutting complex surfaces of parts heterogeneous in terms of physical and mechanical properties and different machinability, and, in particular, of metals (aluminum) and plastics (polyurethane and polyethylene), which form an assembly component, a section of the container-type countermine system is defined in the paper.

The description of technological process operations of machining of a basic detail of an item, the body, is given.

Features, the presence of which creates not only difficulties in the implementation of the technological process of manufacturing a base part, but is not permissible in the operation of a defense-purpose item are revealed.

The article proposes design and technological solutions for the use of a new cutting tool design, capable to eliminate errors of creep feed drilling, avoid sticking of the material of the protective shell and casing on the active cutting part, exclude damage to the contact body and thereby ensure the specified performance of the item ,

Field tests of a container-type countermine system with basic parts manufactured using the new tool and technology have shown high efficiency of the decisions taken.

Key words: tool, base part, complex surface, combination of materials.

DOI: 10.21869/2223-1560-2018-22-1-71-77

For citation: Zatolokin Y.A., Vatutin E.I., Titov V.S. Algorithmic optimization of software implementation of algorithms for multiplying dense real matrices on graphics processors with OpenGL technology support, Proceedings of the Southwest State University, 2018, vol. 22, no. 1(76), pp. 71-77 (in Russ.).

Reference

1. Kudryashov E. A., Nikonov A. M., Stetsurin A. V. General Approach to the Op-

timization of Machining by Composite Tools. Russian Engineering Research, 2008, vol. 28, no. 6, pp. 611-613.

2. Kudryashov E. A., Stetsurin A. V. More Efficient Repair of Machine Parts by a Group Method. Russian Engineering Research, 2008, vol. 28, no. 9, pp. 924-925.
3. Kudryashov E. A., Nikonov A. M. Machining parts made from diverse materials by means of a composite tool. Russian Engineering Research, 2009, vol. 29, no. 3, pp. 313-315.
4. Kudryashov E. A., Nikonov A. M., Rogovskii V.S., Stetsurin A. V. Using superhard tools in discontinuous cutting. Russian Engineering Research, 2009, vol. 29, no. 2, pp. 210-213.
5. Kudrjashov E. A., Lunin D. Ju., Pavlov E. V. Preimushhestva lezviznoj tehnologii obrabotki detalej instrumentom iz kompozita. Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii, 2011, no. 5, pp. 77-80.
6. Kudrjashov E. A., Pavlov E. V., Jacun E. I., Altuhov A. Ju., Lunin D. Ju. Obespechenie tochnosti otverstij pri remonte detalej mashin. Remont. Vostanovlenie. Modernizacija, 2010, no. 10, pp. 37-38.
7. Carou D., Rubio E. M., Davim J. P. Discontinuous cutting: failure mechanisms, tool materials and temperature study-a review. Reviews on Advanced Materials Science, 2014, vol. 38, no. 2, pp. 110-124.
8. Kudrjashov E. A., Jacun E. I., Pavlov E. V., Altuhov A. Ju., Lunin D. Ju. Sposoby dostizhenija nadezhnosti raboty gidrocilindrov vysokogo davlenija burovyh ustanovok. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, 2010, vol. 12, no. 1-2, pp. 401-403.
9. Stahl J. E. Metal cutting – Theories and models. Lund, Lund University, 2012, 580 p.
10. Zhao D. et al. The application of CBN on the lunar rock drill. AEMT. 2015, pp. 789-793.
11. Kudrjashov E. A., Altuhov A. Ju., Lunin D. Ju., Fomichev E. N. Kolichestvennaja ocenka processov v obrabotannom kompozitom poverhnostnom sloe detalej mashin. Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, 2010, vol. 6, no. 12 (72), pp. 10-15.
12. Kudrjashov E. A., Altuhov A. Ju., Lunin D. Ju., Fomichev E. N. Tehnologičeskie preimushhestva instrumental'nogo materiala kompozit pri obrabotke konstruktivno slozhnyh poverhnostej. Izvestija VolGTU, 2010, no. 12, pp. 15-20.
13. Kudrjashov E. A., Smirnov I. M. Jeffektivnaja rabota instrumenta iz kompozita pri skorostnom frezerovanii rez'by. Obrabotka metallov (tehnologija, oborudovanie, instrumenty), 2013, no. 2(59), pp. 25-32.
14. Kudrjashov E. A., Altuhov A. Ju., Jacun E. I. Jeffektivnaja rabota instrumenta iz kompozita v uslovijah preryvistogo rezanija. Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii, 2011, no. 6, pp. 79.