

Для цитирования: Вагабов Н.М., Курбанов А.З., Магомедова М.А. Проектирование и расчет комбинированного инструмента зенкер-метчик для обработки деталей судовых машин, механизмов и судовой арматуры. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018;45 (2):8-17. DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-2-8-17

For citation: Vagabov N.M., Kurbanov A.Z., Magomedova M.A. Combined countersink-tap tool for the processing of parts of ship machines, mechanisms and fittings: design and calculations. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2018; 45(2):8-17. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-2-8-17

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ МЕХАНИКА

УДК 621.882.085/.086.004

DOI: 10.21822/2073-6185-2018-45-2-8-17

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА ЗЕНКЕР-МЕТЧИК ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ МАШИН, МЕХАНИЗМОВ И СУДОВОЙ АРМАТУРЫ

Вагабов Н.М.,¹ Курбанов А.З.,² Магомедова М.А.³

¹Дагестанский государственный технический университет,

¹367026, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70, Россия,

²⁻³ Дагестанский государственный педагогический университет,

²⁻³367003, г. Махачкала, ул. Ярагского, 57, Россия,

¹e-mail-vagabov01@inbox.ru, ²e-mail-kurbanov-48@mail.ru, ³mag.marina1979@gmail.com.

Резюме: Цель. В связи с повышением требований к качеству металлорежущих инструментов актуализируется вопрос о необходимости пересмотра методов их проектирования и расчета, что и обусловило цель исследования. Проектирование металлорежущих инструментов предусматривает решение ряда вопросов, связанных с их расчетом, конструированием, изготовлением и эксплуатацией. Методы решения этих вопросов всегда находились в зависимости от средств, которым располагал конструктор инструментальщик. **Метод.** Современные электронно-вычислительные машины и компьютерная техника обладают огромными возможностями для совершенствования процесса проектирования инструментов. Для решения данной задачи необходимо создать такие методы расчета, которые были бы аналитическими, имели строгую формализацию всего процесса проектирования, позволяли четко определить критерий оптимизации, были бы в максимальной степени общими и позволяли решать все вопросы проектирования инструмента комплексно, т.е. содержащие методы решения вопросов формообразования поверхностей инструментами, расчета схем резания, прочности режущей части инструментов, их технологичность. **Результат.** Для проектирования и расчета комбинированного инструмента зенкер-метчик разработана блок-схема алгоритма расчета, которая позволяет с помощью заданной программы автоматизировать процесс расчета его основных параметров. **Вывод.** Разработанная блок – схема алгоритма расчета с заданной программой позволяет автоматизировать процесс вычисления основных параметров комбинированного инструмента зенкер-метчик, применяемых для нарезания резьбы в деталях судовых машин, механизмов и судовой арматуры из труднообрабатываемых материалов. Блок – схема может быть также использована и для автоматизации процесса расчета параметров любых режущих инструментов, применяемых для обработки различных материалов.

Ключевые слова: инструмент, блок-схема, алгоритм, точность, деталь, агрегат, автоматизация, программа, механизм, критерий

PHYSICAL-MATEMATICAL SCIENCE MECHANICS

COMBINED COUNTERSINK-TAP TOOL FOR THE PROCESSING OF PARTS OF SHIP MACHINES, MECHANISMS AND FITTINGS: DESIGN AND CALCULATIONS

Nurulla M. Vagabov,¹ Ali Z. Kurbanov,² Marina A. Magomedova³

¹Daghestan State Technical University,

¹70 I. Shamilya Ave., Makhachkala 367026, Russia,

²⁻³Daghestan State Pedagogical University,

²⁻³57 Yaragskogo Ave., Makhachkala 367003, Russia,

¹e-mail-vagabov01@inbox.ru, ²e-mail-kurbanov-48@mail.ru, ³mag.marina1979@gmail.com.

Abstract Objectives The aim of the study is to revise design and calculation methods for metal cutting tools due to an increase in their quality requirements. The design of metal cutting tools necessitates finding a solution to a number of issues related to their calculation, construction, manufacture and operation. However, the methods for solving these issues have always been dependent on the means that the toolmaker had at his disposal. **Methods** Contemporary electronic computers and digital equipment offers significant opportunities for improving the process of machine tool design. To solve this problem, it is necessary to generate calculation methods that are sufficiently analytical to be capable of rigorously formalising the entire designing process. They have to support clearly defined optimisation criteria and be of sufficient generality to enable all problems associated with tool design to be solved in a complex manner. That is, these calculation approaches have to support methodologies for solving the problems of the surface shaping by tools, calculating the cutting schemes, as well as the strength and manufacturability of the cutting part. **Results** A flowchart of a calculation algorithm for designing and calculating the combined countersink-tap tool has been developed, allowing the process of calculating its basic parameters to be automated according to a predefined programme. **Conclusion** The developed flowchart of the calculation algorithm with the preset programme allows the process of calculating the basic parameters of the combined countersink-tap tools, used for threading in the parts of ship machines, mechanisms and ship fittings from hard-to-process materials, to be automated. The flowchart can similarly be used to automate the process of calculating the parameters of any cutting tools used to process any materials.

Keywords: tool, flowchart, algorithm, accuracy, detail, assembly, automation, programme, mechanism, criterion

Введение Проектирование металлорежущих инструментов предусматривает решение ряда вопросов, связанных с их расчетом, конструированием, изготовлением и эксплуатацией. Методы решения этих вопросов всегда находились в зависимости от средств, которыми располагал конструктор для проведения расчетов. При отсутствии электронных вычислительных машин и компьютерной техники для расчета инструментов применялись различные приближенные графические, графоаналитические и аналитические методы, которые часто были громоздкими и имели невысокую точность, но были удобны, тем, что не требовали большого количества вычислений. Естественно, что результаты, получаемые при использовании таких приближенных методов, не позволяли спроектировать инструмент с оптимальными значениями его параметров и ограничивали его точность [1-5].

В настоящее время, в связи с повышением требований к качеству металлорежущих инструментов, с одной стороны, и с широким внедрением в промышленность информационно-коммуникационных технологий, а именно ЭВМ и электронно-вычислительных машин, компьютерной техники - с другой, встал вопрос о пересмотре методов проектирования инструментов. Особенно это важно для автоматизации процесса проектирования металлорежущих инструментов [6-11].

Постановка задачи. Современные электронные вычислительные машины и компьютерная техника обладают огромными возможностями для совершенствования процесса проектирования вообще и процесса проектирования металлорежущих инструментов в частности. Они дают возможность с предельной быстротой и точностью решать самые сложные аналитические задачи, осуществлять анализ получаемых результатов, отыскивать оптимальные параметры для конструкции и, в конечном итоге, позволяют полностью автоматизировать весь процесс проектирования. Чтобы использовать эти возможности информационно-коммуникационных технологий для проектирования и проведения расчетов параметров металлорежущих инструментов, необходимо создать такие методы расчета, которые были бы:

- аналитическими, имели строгую формализацию всего процесса проектирования, позволяющие четко определять критерий оптимизации;
- в максимальной степени общими, позволяющими комплексно решать вопросы расчета и проектирования инструмента [1,7-12].

Эта необходимость проявляется при правильной постановке задачи, т.е., при соответствующей формализации и построении алгоритмов. К алгоритму предъявляются требования записи в наглядной и компактной форме, удобной для практического использования.

Авторами в основу создания алгоритмов для данного случая взят способ – запись алгоритма в виде блок-схемы. При этом способе запись алгоритма представляется в виде последовательности прямоугольников - блоков. Каждый блок, по сути дела, соответствует оператору в первом способе изложения алгоритмов. Блоки соединяются стрелками, указывающими связь между различными этапами. Эта форма записи более наглядна и особенно выгодна при наличии разветвляющегося и циклически повторяющегося вычислительного процесса.

Требуется строгая последовательность выполнения. Особенно это важно при проведении расчета и проектирования комбинированных инструментов, которые выполняют разные функции при обработке деталей судовых машин, механизмов и агрегатов, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, обладающих прочностью до 700 С⁰, сплавы на никелевой основе – до 1100 С⁰, сплавы на молибденовой и ниобиевой основах – 1500 С⁰, сплавы на вольфрамовой основе – 2000 С⁰.

Известно также, что труднообрабатываемые материалы обладают большой теплостойкостью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью, жаропрочностью и высокой прочностью. Широкое применение находят материалы с высокой удельной прочностью. Из труднообрабатываемых материалов к ним в основном относятся сплавы на титановой основе и высокопрочные стали. Стали на титановой основе обладают также высокой коррозионной стойкостью в большинстве агрессивных сред, что обуславливает их большую перспективность. Поэтому разработка обоснованных технологических рекомендаций по выбору рациональных режимов резания и оптимальных конструкций инструмента для различных операций механической обработки заготовок и, что особенно очень важно, для процесса нарезания внутренней резьбы в труднообрабатываемых сталях и сплавах является весьма актуальной задачей.

Немаловажное значение имеет автоматизация самого процесса обработки. В настоящее время все большее применение находят станки с программным управлением, многоцелевые станки, а также переналаживаемые автоматизированные линии и механические комплексы, состоящие из одно- и -много инструментальных станков с ЧПУ. Стоимость автоматизированных станков на порядок и более выше, а автоматизированных линий и комплексов – на два порядка и более выше стоимости универсальных станков. Для эффективной работы станков, линий и комплексов большое значение имеет надежность режущего инструмента.

За критерий оптимизации режимов резания при обработке на автоматизированном оборудовании принимают минимальные приведенные затраты на операцию при безусловном выполнении плана выполняемых работ - выпуска изделий. В связи с этим, при поиске рациональных режимов резания для работы в условиях автоматизированного производства учитывают стоимость работы оборудования, надежность работы инструмента в зависимости от его количества, программу выпуска изделий и возможность обеспечения режущим инструментом. При

многоинструментальной обработке с увеличением числа работающих инструментов растет время простоев станков, линий, комплексов из-за отказов инструментов. Необходимо повысить уровень разработки, проектирования и изготовления режущих инструментов, создать условия автоматизации этого процесса. В связи с этим, авторами разработана блок – схема расчета комбинированного инструмента зенкер-метчик (рис.1) .

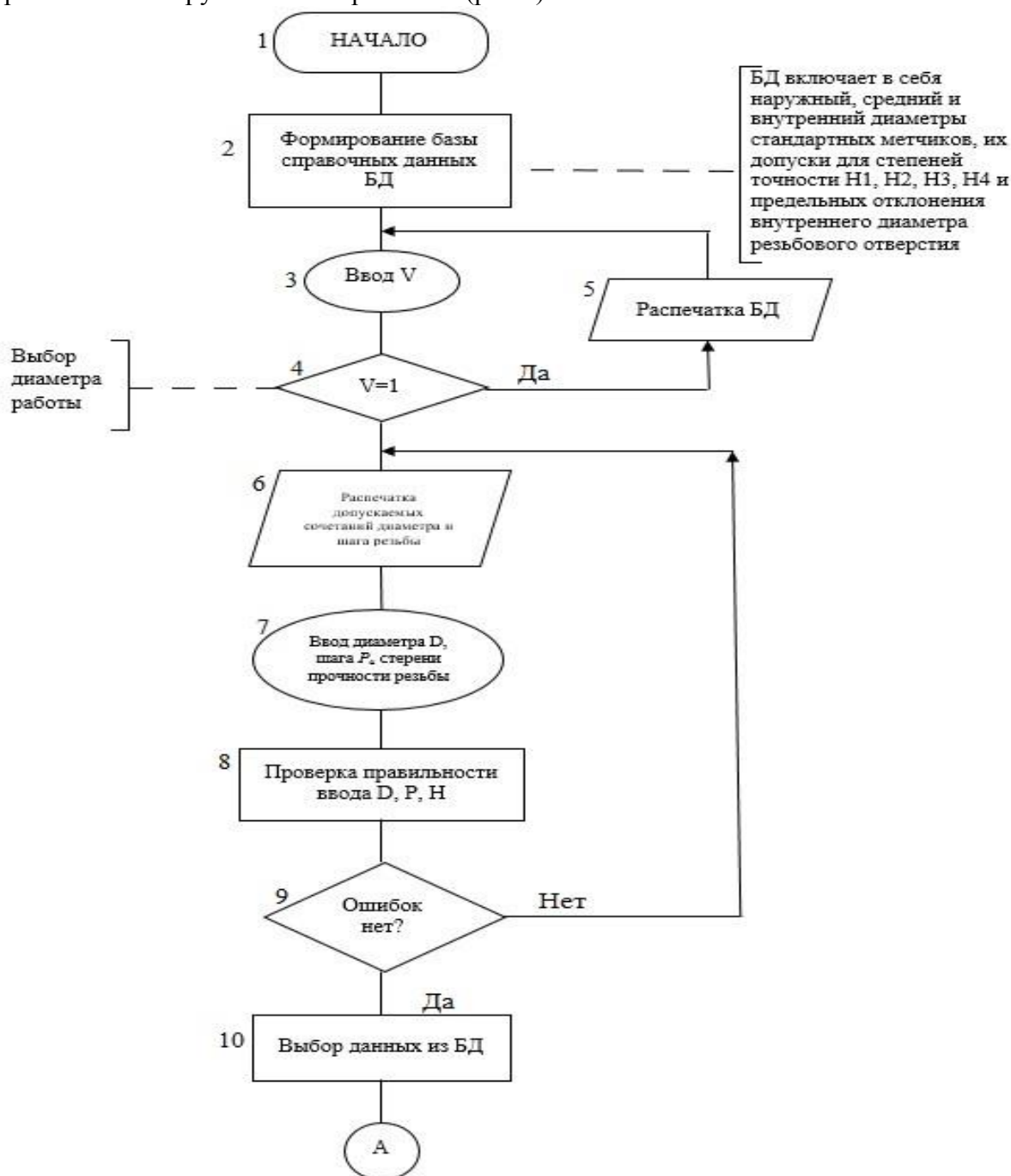


Рис.1. Блок-схема расчета комбинированного инструмента зенкер-метчик

Fig.1. Block diagram of calculation of the combined tool countersink tap

Методы исследования. Процесс проектирования режущего инструмента с помощью ЭВМ возможен только при условии правильной постановки задачи, т.е., при соответствующей формализации и построении алгоритмов. Алгоритм проектирования представляет совокупность последовательно изложенных логических и вычислительных действий. Эта совокупность разбивается на этапы, каждый из которых предназначен для решения определенной задачи всего процесса проектирования. Исходя из выше изложенного, были составлены и апробированы несколько вариантов программ и схем расчета инструментов. Разработанная блок – схема алго-

ритма с заданной программой расчета (рис.2) позволяет определить и рассчитать основные параметры комбинированного инструмента зенкер-метчик с помощью информационно-коммуникационных технологий.

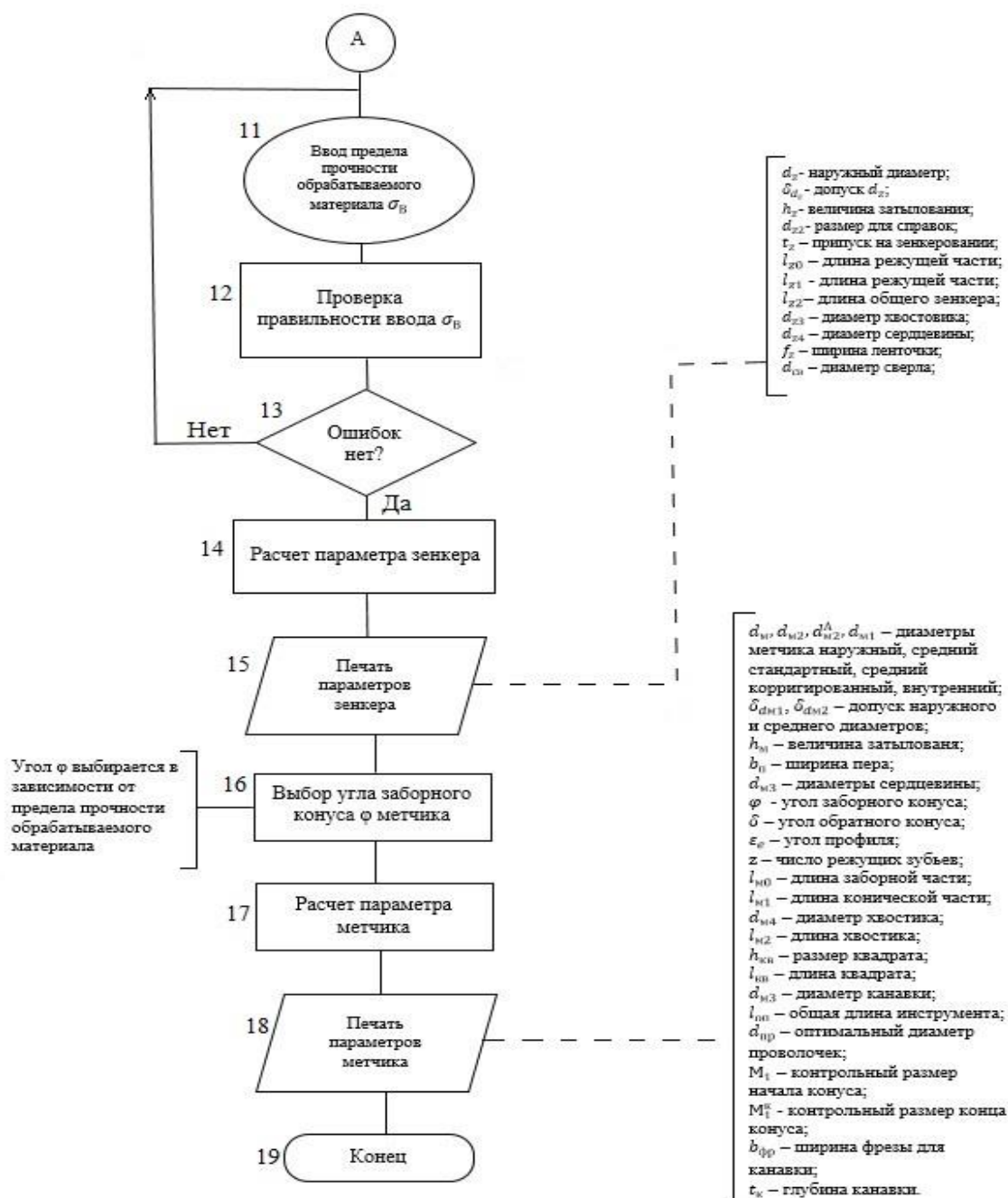


Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчета с заданной программой
Fig. 2. Block diagram of the calculation algorithm with a given program

Обсуждение результатов. Автоматизация процесса расчета и проектирования позволяет ускорить процесс и освободить от тяжелого и громоздкого труда конструкторов и технологов производства, исключить человеческий фактор в процессе расчета и в конечном итоге исключить брак. [11, 19, 21, 24, 28]. Автоматизация расчета и проектирования режущих инструментов в бурный век развития промышленности является востребованностью сегодняшнего дня. Наряду с задачами проектирования режущего инструмента ЭВМ успешно могут быть использованы при решении задач технологии изготовления инструмента, исследования процессов резания и условий эксплуатации режущего инструмента (в первую очередь, для оптимиза-

ции режимов резания), что особенно значимо для обработки резьбовых отверстий малых диаметров в деталях, изготовленных из труднообрабатываемых сталей и сплавов [27].

При резьбонарезании в заготовках из наиболее вязких и прочных материалов малых диаметров на метчик действует большой крутящий момент, приводящий к скручиванию метчика, то искажает его геометрические параметры, приводит к ускоренному изнашиванию и поломке метчика. Лучшая работоспособность метчиков малых диаметров из твердых сплавов по сравнению с метчиками из быстрорежущих сталей объясняется их повышенной жесткостью (благодаря свойствам твердого сплава), что препятствует скручиванию и поломкам метчиков.

При нарезании резьбы в заготовках в основном применяют машинно-ручные метчики со шлифованным профилем. Конструктивные элементы и геометрические параметры выбирают в зависимости от вида нарезаемого отверстия и свойств материала заготовки; они должны обеспечить возможно большую прочность и жесткость метчика, наименьшее трение при работе, оптимальную для данного материала толщину среза.

При нарезании резьбы в заготовках из труднообрабатываемых сталей и сплавов иногда применяют метчики с шахматным расположением зубьев и скорректированные метчики, однако трудоемкость изготовления этих метчиков выше, чем метчиков предлагаемых конструкций, кроме того, скорректированные метчики имеют меньшую жесткость.

В работах [5-6,14] представлен комбинированный инструмент зенкер-метчик с новой схемой резания, производственные испытания которого показали его высокую надежность, работоспособность и целесообразность применения для обработки резьбовых отверстий, особенно малых диаметров в труднообрабатываемых материалах [12-14,16,26], используемых для изготовления деталей судового машиностроения, механизмов и судовой арматуры, что способствует повышению уровня механизации и автоматизации производственного процесса, обеспечивая рост производительности труда.

На рис.2 представлена блок – схема алгоритма расчета комбинированного инструмента зенкер – метчик с заданной программой, которые были апробированы в лаборатории информационных технологий факультета технологии и профессионально-педагогического образования Дагестанского государственного педагогического университета, а затем были проверены в реальных производственных условиях в ОАО «Завод им. М. Гаджиева».

На основании приведенных в табл.1 расчетов на ОАО «Завод им. М. Гаджиева» были изготовлены комбинированные инструменты зенкер-метчики.

Реально проведенные производственные испытания на действующем производстве (ОАО «Завод им.М.Гаджиева») показала надежность работы данного инструмента при обработке труднообрабатываемых материалов (нарезание резьбы малых диаметров) с одновременным обеспечением высокого качества выпускаемой продукции.

Поэтому разработка и проектирование инструмента с использованием ЭВМ и ИКТ, обеспечивающие высокое качество работы и автоматизацию процесса, являются главным фактором, обеспечивающим решение практических задач в данном направлении [28-30].

Ниже представлено решение задачи по расчету и проектированию режущего инструмента зенкер-метчик с новой схемой резания, используемой в реальном производстве для обработки детали корпуса насоса УМ86. Материал 12Х1ВН10Т, $\delta_b=600-800$ МПа, степень точности зенкер-метчика Н1, резьба М12 с шагом 1,50 мм, степень точности 4Н. Результаты расчета представлены в табл.1.

Таблица 1. Основные параметры расчёта комбинированного инструмента зенкер-метчик
Table 1. The main parameters of the calculation of the combined tool countersink-tap

Параметры метчика	Параметры зенкера	Справочные размеры
Наружный диаметр $D (м) = 12,133 \text{ мм}$	Наружный диаметр $D (Z) = 10,5 \text{ мм}$	Оптимальный диаметр проволочек $R1 = 1,424 \text{ мм}$
Допуск диаметра $D (м) 0,6 = -0,073 \text{ мм}$	Допуск диаметра $D (Z) 0,1 = 0,047 \text{ мм}$	Длина передней фаски $F1 = 15 \text{ мм}$
Стандартный средний диаметр $D (м) 2 = 11,071 \text{ мм}$	Величина затылования $H (Z) = 0,6 \text{ мм}$	Длина задней фаски $F2 = 13 \text{ мм}$
Средний диаметр $D (м) 2 = 11,096 \text{ мм}$	Размер для справок $D (Z) 2 = 9,9 \text{ мм}$	Величина перекрытия $C = 0,4 \text{ мм}$
Допуск диаметра $D (м) 2,04 = -0,030 \text{ мм}$	Припуск на зенкерование $Z = 0,3 \text{ мм}$	Размер $M1$ у конца корпуса $M1 = 13,172 \text{ мм}$
Внутренний диаметр $D (м) 1 = 10,286 \text{ мм}$	Длина режущей части $LO (Z) = 0,6 \text{ мм}$	Ширина фрезы для канавки $S = 9,0 \text{ мм}$
Ширина пера $P1 = 3,9 \text{ мм}$	Длина рабочей части $LI (Z) = 8 \text{ мм}$	Глубина канавки $RZ = 3,8 \text{ мм}$
Величина затылования $H (м) = 1,3 \text{ мм}$	Общая длина зенкера $L2 (Z) = 16 \text{ мм}$	Оптимальный диаметр проволо- чек $R1 = 1,424 \text{ мм}$
Диаметр сердцевин $D (м) 3 = 4,9 \text{ мм}$		Длина передней фаски $F1 = 15 \text{ мм}$
Угол заборного конуса $\phi 1 = 9 \text{ град.}$		Длина задней фаски $F2 = 13 \text{ мм}$
Угол обратного конуса $\phi 5 = 1 \text{ град.} 5 \text{ мин.}$		Величина перекрытия $C = 0,4 \text{ мм}$
Угол профиля $E1 = 27 \text{ град.} 30 \text{ мин.}$		Размер $M1$ у конца корпуса $M1 = 13,172 \text{ мм}$
Угол профиля $E2 = 27 \text{ град.} 3 \text{ мин.}$		Ширина фрезы для канавки $S = 9,0 \text{ мм}$
Число режущих зубьев $Z = 10$		Глубина канавки $RZ = 3,8 \text{ мм}$
Длина заборной части $L0 (м) = 5,155 \text{ мм}$		Оптимальный диаметр про- волочек $R1 = 1,424 \text{ мм}$
Длина конической части $L1 (м) = 8 \text{ мм}$		Длина передней фаски $F1 = 15 \text{ мм}$
Диаметр хвостовика $D (м) 4 = 10 \text{ мм}$		Длина задней фаски $F2 = 13 \text{ мм}$
Длина хвостовика $L (м) 2 = 60 \text{ мм}$		Величина перекрытия $C = 0,4 \text{ мм}$
Размер квадрата $H4 = 8 \text{ мм}$		
Длина квадрата $L (м) 4 = 12 \text{ мм}$		
Диаметр шейки $D (м) 5 = 8 \text{ мм}$		
Общая длина инструмента $L (м) 5 = 80 \text{ мм}$		
Длина до стыка $L (м) 6 = 34 \text{ мм}$		

Вывод. Разработанная блок – схема алгоритма расчета с заданной программой позволяет автоматизировать процесс вычисления основных параметров комбинированного инструмента зенкер-метчик, применяемых для нарезания резьбы в деталях судовых машин, механизмов и судовой арматуры из труднообрабатываемых материалов. Предложенная блок–схема алгоритма расчета может быть также использована и для автоматизации процесса расчета параметров любых режущих инструментов применяемых для обработки любых материалов, что является очень важным моментом.

Библиографический список:

1. Абдуллаев А.В., Курбанов А.З., Хаппалаев А.Ю. Технология конструирования стальных приспособлений и технологического оборудования. Махачкала, ООО «Деловой мир», 2003 – 128с.
2. Базаров Б.М. Расчет точности машин на ЭВМ. М., машиностроение, 2004 – 256с.
3. Броштин И.Н., Семедяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: учебное пособие. Спб.: Издательство «Лань», 2009- 68с.
4. Волынчев А.З. Исследование работоспособности бесканавочных метчиков при нарезании резьбы в нержавеющей и жаропрочных материалах. Дис.кан.тех.наук. Пермь, 1970.
5. Грувер М.З. САПР и автоматическое проектирование. М.: НИИ, 2007 – 125с.
6. Дихтярь Ф.С., Курбанов З.А., Метчик для нарезания резьбы в труднообрабатываемых материалах. В сб.труды НХИ, Николаев, 1978, вып. 134, с 31-33.
7. Дыков А.Т. Ясинский Г.И. Прогрессивный режущий инструмент в машиностроении. М.: Машиностроение, 2005 – 223с.
8. Жарликов Н.В. Комбинированные режущие инструменты. М.Екатеринбург. (Уралсибирское отделение), 2001-145с.
9. Захаров В.В. Метчики для изготовления точных резьб. Прогрессивные процессы машиностроения. Междудементов. Научн. Трудов. Волгоград, 2002,с. 168-173.
10. Коноплев В.Н., Урлапов В.Г. Метчик для образования резьбы в вязких материалах. А.С. №213547 В 23д. Бюллетень изобретений и открытий, 1968, №10.
11. Корсак В.С., Капустин Н.М. Автоматизация проектирование технологических процессов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2005 – 320с.
12. Курбанов А.З., Абдуллаев А.В. Метчик. А.С.№1618535 от 08.09.90г.
13. Курбанов А.З., Тынянский В.П. Комбинированный метчик// Машиностроение. 1984. №5 с45-157.
14. Курбанов А.З. Высокопроизводительное нарезание внутренних резьб, в труднообрабатываемых материалах. Монография //Махачкала, ООО «Деловой мир», 2004- 108с.
15. Курбанов А.З. Научное обоснование прогрессивных технологий нарезания резьб в деталях из труднообрабатываемых материалов. Монография// Махачкала, ООО «Деловой мир», 2012-108с.
16. Курбанов А.З. Технология нарезания точных резьб в труднообрабатываемых материалах (комбинированный инструмент зенкер-метчик) // Махачкала, 2015.-104с.
17. Лашинёв С.И., Юликов М.И. Расчет и конструирование металлорежущих инструментов с применением ЭВМ, М., «Машиностроение», 1975.-390с.
18. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб. – М.: Машиностроение, 1978. – 116с.
19. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализа данных/Пер. с англ. – Л.Судостроение, 1980 – 384с.
20. Налымов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971 – 157с.
21. Падураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. М., Высшая школа, 2008-259с.
22. Рыжков В.А., Ямников А.С. Рациональные конструкции резьбонарезных инструментов и технология их изготовления. Прогрессивные технологии в индустриальном производстве. М., ВНИИ, 1979., с 121 – 125.
23. Таурит Г.Э., Пуховский Е.С., Добрянский С.С. Прогрессивный процесс резьбоформирования. Киев, 1974 – 233.
24. Цветков В.Д. Системно – структурное моделирование и автоматическое проектирование ТП. Минск издательство «Наука». 2007 – 302с.
25. Четвериков С.С. Материалорежущие инструменты (проектирование и производство).-М.:, Высшая школа, 1995-730с.
26. Шатин В.П., Шатин Ю.В., Справочник конструктора инструментальщика. М., Машиностроение, 1975 – 456с.
27. Вагабов Н.М., Курбанов А.З. Обоснование и разработка зенкер-метчика с новой схемой резания // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. - 2013. №3. С. 24-30.
28. Курбанов А.З. Обоснование и разработка новой технологии нарезания резьб в деталях судовых механизмов, изготовленных из спецматериалов. Автореферат дис. ... канд. технич. наук. - Ленинград, 1987. - 20с.

References:

1. Abdullaev A.V., Kurbanov A.Z., Khappalaev A.Yu. Tekhnologiya konstruirovaniya stal'nykh prisposoblenii i tekhnologicheskogo oborudovaniya. Makhachkala: Delovoi mir; 2003. 128 s. [Abdullaev A.V., Kurbanov A.Z., Khappalaev A.Yu. Technology of construction of steel appliances and technological equipment. Makhachkala: Delovoi mir; 2003. 128 p. (in Russ.)]
2. Bazarov B.M. Raschet tochnosti mashin na EVM. M.: Mashinostroenie; 2004. 256s. [Bazarov B.M. Calculation of the machine accuracy using a computer. M.:Mashinostroenie; 2004. 256 p.(in Russ.)]
3. Bronshtein I.N., Semendyaev K.A. Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya vtuzov: uchebnoe posobie. Spb.: Izdatel'stvo "Lan"; 2009. 68s. [Bronshtein I.N., Semendyaev K.A. A reference book on mathematics for engineers and students of technical institutions: a tutorial. Spb.: Lan'; 2009. 68 p. (in Russ.)]
4. Volynchev A.Z. Issledovanie rabotosposobnosti beskanavochnykh metchikov pri narezanii rez'by v nerzhaveyushchikh i zharoprochnykh materialakh. Dis.kan.tekh.nauk. Perm',1970. [Volynchev A.Z. The study of the performance of fluteless taps while threading in stainless and heat-resistant materials. . Candidate of technical sciences thesis. Perm',1970.(in Russ.)]
5. Gruver M.Z. SAPR i avtomaticheskoe proektirovanie. M.: MIR; 2007. 125s. [Gruver M.Z. CAD and automatic design. M.: MIR; 2007. 125 p.(in Russ.)]
6. Dikhtyar F.S., Kurbanov Z.A. Metchik dlya narezaniya rez'by v trudnoobrabatyvaemykh materialakh. Sb.trudov NKHI, Nikolaev.1978;134:31-33. [Dikhtyar' F.S., Kurbanov Z.A. Taps for threading in hard-to-work materials. Collection of works of NUOS, Nikolaev.1978;134:31-33.(in Russ.)]
7. Dykov A.T. Yasinskii G.I. Progressivnyi rezhushchii instrument v mashinostroenii. M.: Mashinostroenie; 2005. 223s. [Dykov A.T. Yasinskii G.I.Progressive cutting tools in mechanical engineering. M.: Mashinostroenie; 2005. 223 p. (in Russ.)]
8. Zharlikov N.V. Kombinirovannye rezhushchie instrumenty. Ekaterinburg. 2001. 145s. [Zharlikov N.V. Combined cutting tools. Ekaterinburg. 2001. 145 p.(in Russ.)]
9. Zakharov V.V. Metchiki dlya izgotovleniya tochnykh rez'b. Progressivnye protsessy mashinostroeniya. Mezhdudedomstv. Sb. Nauchn. Trudov. Volgograd; 2002. S. 168-173. [Zakharov V.V. Taps for the manufacture of fine threads. Progressive processes of machine building. Interdepartmental collection of scientific works. Volgograd; 2002. P. 168-173.(in Russ.)]
10. Konoplev V.N., Uralpov V.G. Metchik dlya obrazovaniya rez'by v vyazkikh materialakh. AS №213547 V 23d. Byulleten' izobretenii i otkrytii. 1968; 10. [Konoplev V.N., Uralpov V.G. Tap for forming threads in viscous materials. AS №213547 V 23d. Bulletin of inventions and discoveries. 1968;10.(in Russ.)]
11. Korsak V.S., Kapustin N.M. Avtomatizatsiya proektirovaniya tekhnologicheskikh protsessov v mashinostroenii. M.: Mashinostroenie; 2005. 320s. [Korsak V.S., Kapustin N.M. Automation of the design of technological processes in mechanical engineering. M.: Mashinostroenie; 2005. 320 p. (in Russ.)]
12. Kurbanov A.Z. Abdullaev A.V. Metchik dlya obrabotki trudno-obrabatyvaemykh materialov. Avtorskoe svidetel'stvo №1618535 ot 08.09.1990 g. [Kurbanov A.Z. Abdullaev A.V. Tap for processing difficult-to-process materials. Author's certificate №1618535 from 08.09.1990 (in Russ.)]
13. Kurbanov A.Z., Tynyanskii V.P. Kombinirovannyi metchik. Mashinostroenie. 1984;5:45-157. [Kurbanov A.Z., Tynyanskii V.P. Combined tap. Mashinostroenie. 1984;5:45-157. (in Russ.)]
14. Kurbanov A.Z. Vysokoproizvoditel'noe narezanie vnutrennikh rez'b v trudno-obrabatyvaemykh materialakh. Monografiya. Makhachkala: Delovoi mir; 2004.108 s. [Kurbanov A.Z. High-performance tapping of internal threads in hard-to-process materials. Monograph. Makhachkala: OAO "Delovoi mir"; 2004.108 p. (in Russ.)]
15. Kurbanov A.Z. Nauchnoe obosnovanie progressivnykh tekhnologii narezaniya rez'b v detalyakh iz trudnoobrabatyvaemykh materialov. Makhachkala: Delovoi mir; 2012. 108 s. [Kurbanov A.Z. Scientific substantiation of progressive technologies of threading in details from hard-to-process materials. Makhachkala: Delovoi mir; 2012. 108 p. (in Russ.)]
16. Kurbanov A.Z. i dr. Tekhnologiya narezaniya tochnykh rez'b v trudnoobrabatyvaemykh materialakh (kombinirovannyi instrument zenker-metchik). Monografiya. Makhachkala; 2015. 104 s. [Kurbanov A.Z. et al. The technology of tapping precise threads in hard-to-process materials (combined counter-sink-tap tool). Monograph. Makhachkala; 2015. 104 p. (in Russ.)]
17. Lashnev S.I., Yulikov M.I. Raschet i konstruirovaniye metallovezhushchikh instrumentov s primeneniem EVM. M.: Mashinostroenie; 1975. 390 s. [Lashnev S.I., Yulikov M.I. Computer-assisted calculation and design of metal-cutting tools. M.: Mashinostroenie; 1975. 390 p. (in Russ.)]

18. Matveev V.V. Narezanie tochnykh rez'b. M.: Mashinostroenie; 1978. 116 s. [Matveev V.V. Accurate thread cutting. M.: Mashinostroenie; 1978. 116 p. (in Russ.)]
19. Montgomery D.K. Planirovanie eksperimenta i analiza dannykh. L. Sudostroenie; 1980. 384 s. [Montgomery D.K. Planning of experiment and data analysis. L. Sudostroenie; 1980. 384 p. (in Russ.)]
20. Nalimov V.V. Teoriya eksperimenta. M.: Nauka; 1971. 157 s. [Nalimov V.V. The theory of experiment. M.: Nauka; 1971. 157 p. (in Russ.)]
21. Poduraev V.N. Rezanie trudnoobrabatyvaemykh materialov. M.: Vysshaya shkola; 2008. 259 s. [Poduraev V.N. Cutting hard-to-work materials. M.: Vysshaya shkola; 2008. 259 p. (in Russ.)]
22. Ryzhenkov V.A., Yamnikov A.S. Ratsional'nye konstruksii rez'bonareznykh instrumentov i tekhnologiya ikh izgotovleniya. Progressivnye tekhnologii v industrial'nom proizvodstve. M.: VNSh; 1979. P. 121 – 125. [Ryzhenkov V.A., Yamnikov A.S. Rational designs of thread-cutting tools and technology of their manufacture. Progressive technologies in industrial production. M.: VNSh; 1979. P. 121 – 125. (in Russ.)]
23. Taurit G.E., Pukhovskii E.S., Dobryanskii S.S. Progressivnyi protsess rez'boformirovaniya. Kiev; 1974. 233 s. [Taurit G.E., Pukhovskii E.S., Dobryanskii S.S. Progressive process of thread formation. Kiev; 1974. 233 p. (in Russ.)]
24. Tsvetkov V.D. Sistemno – strukturnoe modelirovanie i avtomaticheskoe proektirovanie TP. Minsk: Nauka; 2007. 302s. [Tsvetkov V.D. System - structural modeling and automatic design of TP. Minsk: Nauka; 2007. 302 s. (in Russ.)]
25. Chetverikov S.S. Materialorezhushchie instrumenty (proektirovanie i proizvodstvo). M.: Vysshaya shkola; 1995. 730s. [Chetverikov S.S. Material-cutting tools (design and production). M.: Vysshaya shkola; 1995. 730 p. (in Russ.)]
26. Shatin V.P., Shatin Yu.V. Spravochnik konstruktora instrumental'shchika. M.: Mashinostroenie; 1975. 456s. [Shatin V.P., Shatin Yu.V. Handbook of the designer - toolmaker. M.: Mashinostroenie; 1975. 456 p. (in Russ.)]
27. Vagabov N.M., Kurbanov A.Z. Obosnovanie i razrabotka zenker-metchika s novoi skhemoi rezaniya. Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2013;30(3):24-30. [Vagabov N.M., Kurbanov A.Z. Explanation and development of combined tool core drill tap with the new cutting scheme. Herald of Dagestan State Technical University. Technical Sciences. 2013;30(3):24-30. (In Russ.)]
28. Kurbanov A.Z. Obosnovanie progressivnoi tekhnologii narezaniya rez'b v detalyakh iz trudnoobrabatyvaemykh materialov. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Leningrad; 1987. 20 s. [Kurbanov A.Z. Substantiation of the progressive technology of threading in details from hard-to-process materials. Published summary of the candidate of technical sciences dissertation. Leningrad; 1987. 20 p. (in Russ.)]

Сведения об авторах:

Вагабов Нурулла Магомедович – кандидат технических наук, старший преподаватель.

Курбанов Али Зульпукарович – кандидат технических наук, профессор.

Магомедова Марина Алиевна – кандидат педагогических наук, старший преподаватель.

Information about the authors.

Nurulla M. Vagabov – Cand. Sci. (Technical), Senior Lecturer.

Ali Z. Kurbanov – Cand. Sci. (Technical), Prof.

Marina A. Magomedova – Cand. Sci. (Pedagogical), Senior Lecturer.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 30.03.2018.

Принята в печать 08.05.2018.

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.

Received 30.03.2018.

Accepted for publication 08.05.2018.