

УДК 62.114

© Иванов Е.И.<sup>1</sup>, Чучмай Е.В.<sup>2</sup>**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТОВ ФИРМ SANDVIK  
COROMANT И WALTER**

*В данной статье изложены типовые алгоритмы выбора современного инструмента, изготовленного иностранными фирмами Sandvik Coromant и Walter. Применение современного инструмента эффективно как на новом, так и на старом оборудовании. Алгоритмы обеспечивают упорядоченную работу инженеров-технологов при разработке новых или модернизации старых технологических процессов, а также могут быть полезны для студентов, обучающихся по специальности «Технология машиностроения».*

**Ключевые слова:** ISO (Международная организация по стандартизации), сменная многогранная пластина (СМП), сружколом, стружкодробление, условия обработки, шероховатость.

**Иванов Е.И., Чучмай К.В. Алгоритмізація вибору інструментів фірм Sandvik Coromant і Walter.** У даній статті викладені типові алгоритми вибору сучасного інструменту, виготовленого іноземними фірмами Sandvik Coromant і Walter. Застосування сучасного інструменту ефективно як на новому, так і на старому обладнанні. Алгоритми забезпечують впорядковану роботу інженерів-технологів при розробці нових або модернізації старих технологічних процесів, а також можуть бути корисні для студентів, що навчаються за спеціальністю «Технологія машинобудування».

**Ключові слова:** ISO (Міжнародна організація по стандартизації), змінна багатогранна пластина (ЗБП), сружколом, стружкодроблення, умови обробки, шорсткість.

**E.I. Ivanov, E.V. Chuchmai. The firms Sandvik Coromant and Walter instruments choice algorithmization.** This article describes the typical algorithms for choosing modern tools made by foreign firms Sandvik Coromant and Walter. The use of modern tools is effective on both new and old equipment. Algorithms ensure orderly operation of engineers in the development of new or upgrading old processes, and may also be useful for students enrolled in the specialty "Mechanical Engineering". The use of modern tools is effective on both new and old equipment. Correctly chosen tool make it possible for you to quickly recoup the cost of new equipment and significantly improve the work of the old equipment. Currently, all cutting tools can be divided into the following groups: a) a solid; b) composite; c) assembly; d) modular (dial-up). In composite cutting tools and parts theholders are attached permanently. For example, the attachment can be blocked by welding or soldering. At modular and modular cutting tools and parts are detachable. In those parts of the modular tool there are separate assembly units (modules) with standardized mounting surface. Thus one and the same cutter head may be attached to a holder (mandrel housings) of different configuration and function. The choice of the cutting part of such tools includes determining the shape and size of the indexable insert (SMP), the geometry of its front surface, corner radius and tool material. Selecting the holder (mandrel body) includes determining its type and size. It is necessary to take into account the possibility of technological equipment (type and size of the mounting surfaces of the tool holder and tool spindle). After selecting the tool it is necessary to determine working regimes.

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, [Ivanov-ei@yandex.ru](mailto:Ivanov-ei@yandex.ru)

<sup>2</sup> студентка, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, [lasitouch91@mail.ru](mailto:lasitouch91@mail.ru)

**Keywords:** ISO (International Organization for Standardization), indexable insert (SMP), chip, processing conditions, roughness.

**Постановка проблеми.** Развитие процесса металлообработки идет быстрыми темпами. Современный инструмент достаточно сильно отличается по своим возможностям от применяемого десять и даже пять лет назад. Если оснастить два одинаковых станка современным и традиционным инструментом, то разница в производительности обработки и качестве изготавливаемых деталей будет ощутима. В связи с этим актуальна разработка алгоритма выбора инструментов фирм Sandvik Coromant и Walter.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Основную долю в номенклатуре изготавливаемых фирмами AB Sandvik Coromant [1] и Walter [2] инструментов составляют сборные и модульные инструменты. Выбор режущей части таких инструментов включает в себя определение формы и размера сменной многогранной пластины (СМП), геометрии её передней поверхности, радиуса при вершине и инструментального материала.

Выбор державочной части (державки, оправки, корпуса) включает в себя определение её типа и размера. При этом необходимо учитывать возможности технологического оборудования (тип и размеры посадочных поверхностей резцедержателя и инструментального шпинделя). После выбора инструмента необходимо определить режимы обработки.

**Цель статьи.** Разработать алгоритм выбора токарного и расточного инструмента.

**Изложение основного материала.** *Определение группы, к которой относится обрабатываемый материал согласно стандарту ISO, и подгруппы согласно классификации Sandvik Coromant.* В значительной степени выбор режущего инструмента зависит от обрабатываемого материала. ISO (Международная организация по стандартизации) всё многообразие металлов, используемых в машиностроении, разделяет на несколько групп. Каждой подгруппе соответствует условная твёрдость, которую необходимо учитывать при выборе режимов обработки.

*Определение величины угла заострения режущего клина.* В зависимости от величины угла заострения все СМП можно разделить на две группы: *негативные* ( $\gamma=0^\circ$ ,  $\alpha=0^\circ$ ) и *позитивные* ( $\gamma=0^\circ$ ,  $\alpha>0^\circ$ ) (рис. 1).

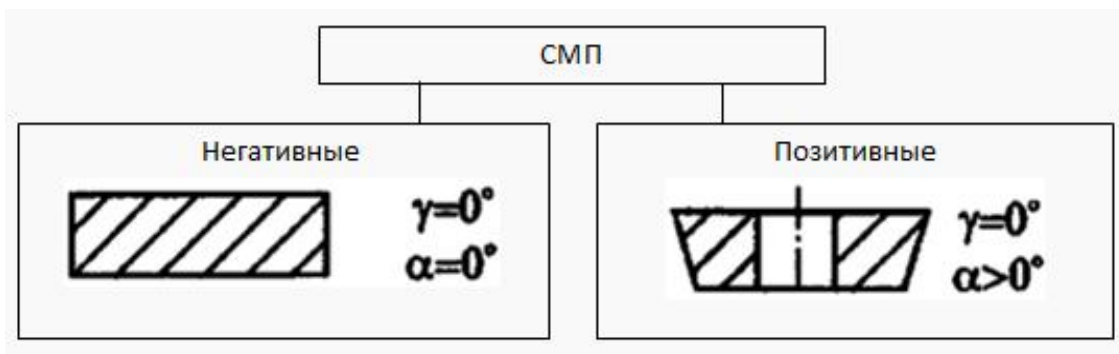


Рис. 1 – Сменные многогранные пластины

Негативная пластина имеет в поперечном сечении угол заострения режущего клина  $90^\circ$ . Задний угол при установке негативных пластин создается за счет их поворота при креплении в державке резца. При этом у негативных пластин передние углы становятся отрицательными. Отрицательный передний угол обуславливает наличие больших сил резания, однако усиливает вершину режущего клина (уменьшает вероятность её скола). Негативные пластины рекомендуются применять при обработке материалов высокой твердости и прочности (группы М, S, Н), а также при неблагоприятных условиях обработки (сильные вибрации элементов технологической системы, обработка с ударами).

Позитивная пластина имеет угол заострения меньше  $90^\circ$ . Она может быть установлена в гнезде державки таким образом, что передний угол будет положительным. Увеличение переднего угла приводит к уменьшению сопротивления резанию. Позитивные пластины рекомендуются применять при обработке материалов низкой прочности (группы Р, К, N), особенно при

обработке высокопластичных и вязких материалов, где требуется малый угол заострения.

*Определение условий обработки.* В каталоге инструментов Walter все условия обработки условно разделены на три группы: хорошие, средние, неблагоприятные. Группа определяется геометрией заготовки, жёсткостью элементов технологической системы (станка, приспособления инструмента и заготовки) и состоянием поверхностного слоя заготовки (наличие литейной корки или окалины и др.). Каждой группе условий в каталоге Walter [2] соответствует смайлик (идеограмма, изображающая эмоцию) (рис. 2).



Рис. 2 – Обозначения различных условий обработки: а–в – фирма Sandvik Coromant; г–д – фирма Walter; а, г – хорошие условия; б, д – средние условия; в, е – неблагоприятные условия

В каталоге Sandvik Coromant [1] хорошим условиям обработки соответствует белый круг, средним - наполовину закрашенный, неблагоприятным - чёрный.

Условия обработки влияют на выбор инструментального материала и режимов обработки.

*Определение геометрии передней поверхности.* Геометрия передней поверхности пластины представляет совокупность уступов, лунок, канавок и других конструктивных элементов. Они обеспечивают завивание и ломание стружки.

Для каждой группы обрабатываемого материала (Р, М, К, N S, H) существуют различные геометрии сружколомов. Каждой геометрии соответствует диаграмма стружкодробления (рис. 3). Она определяет диапазон глубин резания и подач, при которых передняя поверхность пластины будет завивать и ломать стружку.

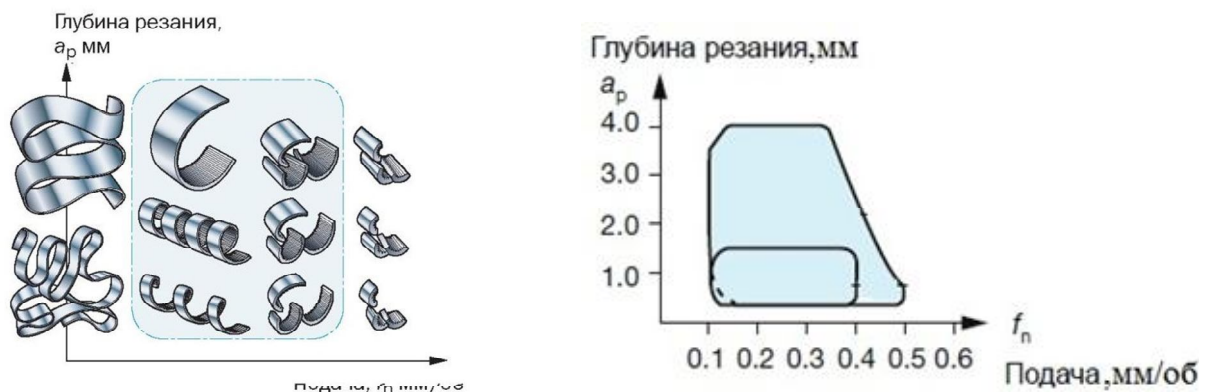


Рис. 3 – Диаграммы стружкодробления СМП

Диаграммы стружкодробления различных стружколомов фирмы Walter приведены в [2]. Стружколомы фирмы Walter кодируются, как правило, двумя буквами и одной цифрой.

Стружколомы фирмы Sandvik Coromant кодируются, как правило, двумя буквами. Первая буква, как правило, соответствует группе обрабатываемого материала согласно стандарту ISO. Вторая буква определяет диапазон глубин резания и подачи, при которых обеспечивается удовлетворительное стружколомание (табл. 1), [1].

Таблица 1

Обозначение формы передней поверхности СМП в зависимости от глубины резания и подачи

Обозначение передней поверхности	Диапазон глубин t, мм	Диапазон подач So, мм/об
Геометрия F (чистовой стружколом)	0,5-2,0	0,1-0,3
Геометрия M (получистовой стружколом)	1,5-5,0	0,2-0,5
Геометрия R (черновой сружколом)	5-15	0,5-1,5

Выбор формы и размера СМП. В международных и национальных стандартах закреплены различные формы СМП (рис. 4). Каждая форма кодируется буквой согласно стандарту ISO.

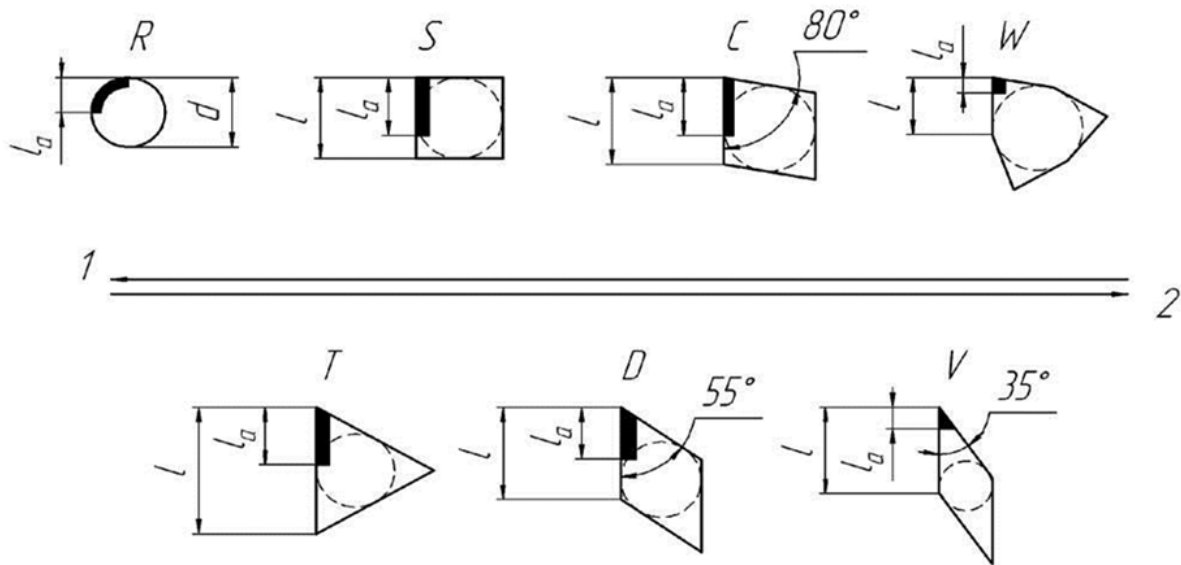


Рис. 4 – Формы СМП и их обозначения

На рис. 4 при движении в направлении стрелки 1 возрастает угол при вершине СМП. С одной стороны, это приводит к увеличению её прочности; с другой - к увеличению сил резания и склонности к вибрациям. Стрелка 1 направлена в сторону более универсальных пластин (способных обрабатывать поверхности сложной формы) и уменьшения потребной мощности. Рекомендации по выбору формы СМП приведены также в табл. 2.

Таблица 2

Рекомендации по выбору формы СМП [3]

Виды и условия обработки	Код формы СМП						
	R	S	C	W	T	D	V
Черновая обработка (прочность)	++	++	++	+	+		

Продолжение таблицы 2

Получистовая обработка (количество режущих кромок)		+	++	++	++	++	
Чистовая обработка (количество режущих кромок)			+	+	++	++	++
Точение и подрезка			++	+	+	++	++
Контурная обработка			+	+	+	++	++
Универсальность	+		++	+	+	++	+
Ограниченная мощность станка			+	+	++	++	++
Вибрации				+	++	++	++
Обработка твёрдых материалов	++	++					
Прерывистая обработка	++	++	+	+	+		
Большой главный угол в плане			++	++	++	++	++
Небольшой угол в плане	++	++			++		

Рекомендации по выбору *размера пластины* фирмы Sandvik Coromant в зависимости от глубины резания  $t$  представлены на странице А8 каталога [1]. Для пластины каждого размера указан диапазон рекомендуемых глубин резания.

Размер пластины можно определить и другим способом. Исходя из известной глубины резания  $t$  и выбранного угла в плане  $\varphi$ , необходимо найти длину активной части режущей кромки  $l_a$  (рис. 5):

$$l_a = \frac{t}{\sin(\varphi)}. \tag{1}$$

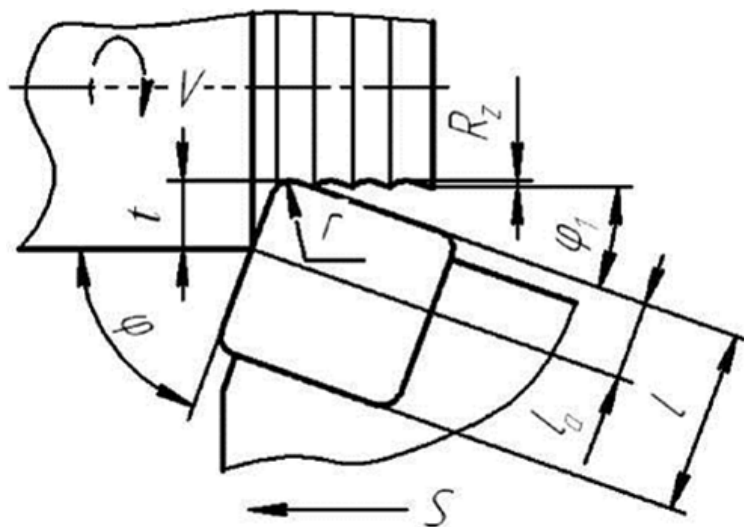


Рис. 5 – Схема продольного точения

Далее по формулам, приведённым в табл. 3, определяют минимальную длину режущей кромки  $l$ .

Таблица 3

Определение размеров СМП [3]

Обозначение формы СМП	Формула для определения длины режущей кромки $l$
R	$l = 2,5 \cdot l_a$
S	$l = 1,5 \cdot l_a$
C	$l = 1,5 \cdot l_a$
W	$l = 4 \cdot l_a$
T	$l = 2 \cdot l_a$
D	$l = 2 \cdot l_a$
V	$l = 4 \cdot l_a$

*Выбор радиуса при вершине пластины.* Радиус при вершине пластины влияет на её прочность и на её способность обеспечивать определенную шероховатость поверхности. Значения радиусов при вершине, как правило, находятся в диапазоне от 0,2 до 2,4 мм.

*Для чернового точения рекомендуется выбирать пластину с наибольшим значением радиуса (1,2 — 1,6 мм).* Чем больше радиус при вершине, тем прочнее режущая вершина, что позволяет вести обработку с большими подачами.

*При окончательной обработке* выбор радиуса при вершине пластины зависит от требуемой шероховатости поверхности. Во многих случаях с обрабатываемым материалом контактирует только вершина пластины, профиль которой представляет собой дугу окружности радиусом  $r$  (см. рис. 5)

При окончательной обработке необходимо обеспечить соотношение:

$$t \geq \frac{2}{3} \cdot r. \quad (2)$$

В противном случае вместо процесса резания могут наблюдаться процессы выглаживания поверхности (пластического деформирования без отделения стружки) и вибрации. Теоретический параметр  $R_z$  шероховатости обработанной поверхности в зависимости от радиуса при вершине пластины  $r$  и подачи на оборот  $S_o$ , определяется по формуле:

$$R_z = \frac{S_o^2}{8 \cdot r} \cdot 1000. \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что увеличение радиуса при вершине пластины  $r$  способствует уменьшению шероховатости поверхности. С другой стороны, большой радиус может привести к появлению вибраций.

С целью получать хорошее качество поверхности при обработке с большими подачами были разработаны новые пластины с технологией Wiper (рис. 6). В основе этой технологии лежит специально разработанная форма режущей вершины. Пластины Wiper позволяют получать вдвое меньшую шероховатость в сравнении со стандартными пластинами при одной и той же подаче (см. рис. 6, а). При одних и тех же требованиях к шероховатости обработанной поверхности пластинами Wiper можно работать с удвоенной подачей в сравнении со стандартными (см. рис. 6, б).

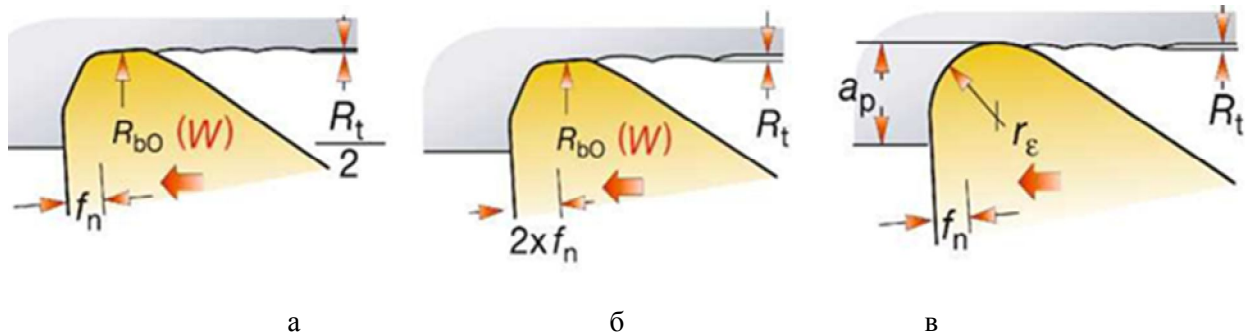


Рис. 6 – Режущая вершина СМП Wiper (а, б) и стандартной СМП (в)

*Выбор инструментального материала.* Для каждой пластины в каталоге указаны марки (коды) инструментальных материалов, из которых она изготавливается.

Выбор инструментального материала зависит от группы обрабатываемого материала и условий обработки, которые были определены ранее. Для сравнения различных марок инструментальных материалов разработана *шкала тяжести обработки*.

Каждому инструментальному материалу на этой шкале соответствует область (зона) применения. Каждая область (зона) применения имеет вершину. Она указывает на определённое количество баллов на шкале тяжести обработки. Это количество баллов указано в обозначении инструментального материала (последние 2 цифры).

Сплавы с малым числом баллов имеют высокую износостойкость и предназначены для работы в *хороших* условиях. Сплавы с большим числом баллов имеют высокую прочность и предназначены для работы в *неблагоприятных* условиях.

*Выбор системы крепления пластины в державке.* Выбор системы крепления пластин будет определяться типом операции, а также формой СМП (негативная или позитивная). За основу при выборе системы крепления могут быть взяты рекомендации, представленные в [1, 2]. Для каждой системы крепления показаны основные типы операций: продольное точение, подрезка торца, контурная обработка, врезание.

*Выбор типа и размера державки.* Тип державки зависит от требуемого главного угла в плане  $\phi$ . На данном этапе выбора необходимо учитывать, в первую очередь, прочность режущей кромки и возможность обработки поверхностей заданной формы (универсальность). Для станков общего назначения (универсальных станков) необходимо выбирать традиционные державки прямоугольного сечения.

Размер державки должен быть согласован с выбранным размером пластины. По возможности следует выбирать державку максимальной высоты  $h$ , однако необходимо учитывать возможность её установки на выбранном станке. Например, на станке мод. 16K20 невозможно установить державку высотой более 25 мм.

*Выбор режимов резанья.* Для каждой СМП в каталогах Sandvik Coromant и Walter указывается диапазон глубин и подач, при которых обеспечивается удовлетворительное стружкообразование. Если величина припуска превышает максимальную глубину резания для выбранной СМП, то его необходимо снимать за несколько рабочих ходов.

*Определение скорости резания осуществляется двумя способами:*

1. Выбор в соответствии с рекомендациями, представленными в [1, 2]. Табличные значения скорости резания соответствуют стойкости инструмента, равной 15 мин, и условной твёрдости той группы обрабатываемых материалов, в которую входит материал заготовки. Например, для нелегированных сталей с содержанием углерода  $C = 0,55 - 0,80\%$  (группа P, СМС 01.3) условная твердость равна HB 170. В случае задания иного периода стойкости выбранную скорость резания необходимо умножить на коэффициент коррекции. Если твёрдость материала заготовки отличается от условной, выбранную скорость резания также необходимо скорректировать.
2. Расчет с помощью специальных программ [4, 5]. На сайте [4] можно осуществить копирование чертёжа выбранного инструмента, а также его 3D модели.

На рис. 7 разработан алгоритм выбора токарного и расточного инструмента.



Рис. 7 – Алгоритмизация выбора токарного и расточного инструмента



**Выводы**

Разработанный алгоритм выбора токарного и расточного инструмента позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование и значительно повысить производительность старого оборудования.

Применение современного инструмента эффективно как на новом, так и на старом оборудовании. После выбора инструмента необходимо определить режимы обработки.

Алгоритм позволяет выбрать более точные рекомендации по режимам резанья, снизить трудоемкости операций и себестоимости изготовления деталей с сохранением заданных показателей качества.

Разработанный алгоритм используется для определения инструментальной державки, формы и материала пластины, расчета режимов резания, данных о заготовке и технологическом оборудовании, подбора технологического оборудования для обработки заданной детали, определения необходимого материала режущих пластин для имеющихся на предприятии державок, расчета режимов резания для имеющегося режущего инструмента.

**Список использованных источников:**

1. Основной каталог продукции / AB Sandvik Coromant. – 2010. – 216 с.
2. Общий каталог / Walter. – 2010. – 396 с.
3. Высокопроизводительная обработка металлов резанием / AB Sandvik Coromant, ОАО «Сандвик-МКТС». – М. : Полиграфия, 2003. – 301 с.
4. CoroGuide [Электронный ресурс] / AB Sandvik Coromant. - Электрон. каталог продукции. – 2010. – Режим доступа: <http://www.coroguide.com/>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Tiger\*tec Silver Machining Calculator [Электронный ресурс] / Walter. – Калькулятор режимов обработки. – 2011. – Режим доступа: <http://www.walter-tools.com/>, свободный. – Загл. с экрана.

**Bibliography:**

1. The main product catalog / AB Sandvik Coromant. – 2010. – 216 p.
2. General catalog / Walter. – 2010. – 396 p.
3. High-performance metal cutting / AB Sandvik Coromant, JSC "Sandvik-MKTS." – M. : Printing, 2003. – 301 p.
4. CoroGuide [electronic resource] / AB Sandvik Coromant. – Electron. product catalog. – 2010. – Access: <http://www.coroguide.com/>, free. – Caps. from the screen.
5. Tiger\*tec Silver Machining Calculator [Electronic resource] / Walter. – Kalkulyator processing modes. – 2011. – Mode of access: <http://www.walter-tools.com/>, free. – Zagl.s screen.

Рецензент: С.С. Самогугин  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 27.04.2015

УДК 656.073.1

© Пархотько А.В.\*

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА КРЕПЛЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ГРУЗОВ  
НА МОРСКИХ СУДАХ**

*В статье рассмотрен порядок расчета опрокидывающих моментов и сил, действующих на грузы во время перевозки морскими судами. Предложен вариант реализации алгоритма расчета с использованием компьютерной программы. Даны рекомендации по использованию программы для автоматизации расчета администрации судна, сюрвейерскими компаниями и технологами порта. Приведен пример расчета на примере типового груза, размещаемого на судне.*

**Ключевые слова:** судно, момент, поперечные и продольные силы, безопасность, груз, найтов, скольжение.

\* аспирант, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Северодонецк, [andrey777mail@ukr.net](mailto:andrey777mail@ukr.net)