

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

Пархотько А.В. Автоматизація розрахунку кріплення нестандартних вантажів на морських судах. У статті розглянутий порядок розрахунку моментів і сил, що діють на вантажі під час перевезення морськими судами. Запропонований варіант реалізації алгоритму розрахунку з використанням комп'ютерної програми. Дани рекомендації по використанню програми для автоматизації розрахунку адміністрацією судна, сюрвейерськими компаніями і технологами порту. Наведений приклад розрахунку на прикладі типового вантажу, що розміщується на судні.
Ключові слова: судно, момент, поперечні і подовжні сили, безпека, вантаж, найтов, ковзання.

A.B. Parkhotko. Automation of calculation of fastening of non-standard freights on sea vessels. Correct positioning and fastening of freights are important safety conditions of navigation. Unreliable positioning and fastening of freights results in shipwreck and is the reason for injuries and losses of human lives both in the sea and during loading and unloading. To solve the above-mentioned problems, the International Maritime Organization publishes manuals in the form of either the Assembly resolutions, or the circulars approved by Maritime Safety Committee. The correct definition of necessary quantity of lashings and their positioning has the greatest impact on safe fastening of freights. The sea being rough, the vessel is accelerated both in longitudinal, and vertical and prevailing cross directions. The forces created by these accelerations generate the majority of the problems in fastening. The order of calculations of the force moments and forces acting upon the freights being shipped by sea vessels has been shown in the article. To know the proper number of lashings the calculations of the forces acting upon the freights being shipped as compared with the forces holding the freights and taking into account the strength, the number and the fastening angle of the lashings must be made. Option of realization of algorithm of calculation with use of the a computer program to make these calculations has been offered. Some recommendations so that the program could be used by the management of the vessel, the surveyor companies and technologists of the port have been given as well as an example of such a calculation.

Keywords: vessel, moment force, cross and longitudinal forces, safety, freight, lashings, sliding.

Постановка проблеми. Значительный рост объемов генеральных грузов и внедрение в практику их перевозок судами специализированного флота привело к качественным изменениям условий и методов морской перевозки. Внедрение на морском флоте контейнеровозов, ролкеров, лихтеровозов и судов для перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов привело к укрупнению отдельных грузовых единиц, а также дало возможность обеспечить перевозку морем крупных деталей, агрегатов и технологического оборудования массой 500-1000 тонн и более. В тоже время, с точки зрения безопасности мореплавания возникло много дополнительных проблем, основную долю которых составляли подвижка груза, повреждения и опрокидывания судов и др. [1]. Это явилось результатом недостаточного крепления крупных грузовых единиц и автотранспортных средств на специализированных судах типа Ро-Ро, а также укладка и крепление грузов в средствах укрупнения без учета условий морской перевозки. Тяжелые аварии возникали при перевозке тяжеловесных грузов и так называемых структурообразующих грузов, например, изделий и оборудования металлургического и машиностроительного производства. Учитывая сложившуюся ситуацию, разработан «Кодекс безопасной практики размещения и крепления грузов» в соответствии с требованиями Международной Морской Организации (ММО).

Надлежащее размещение и крепление грузов являются крайне важными для безопасности мореплавания. ненадежное размещение и крепление грузов приводит к многочисленным авариям судов и является причиной телесных повреждений и потерь человеческих жизней не только в море, а также во время погрузки и выгрузки [2].

В целях решения названных проблем, возникающих ввиду ненадлежащего размещения и крепления определенных грузов на судах, ММО издает руководства в форме либо резолюции Ассамблеи либо циркуляров, одобренных Комитетом по безопасности на море, перечисленных

ниже:

— Безопасное размещение и крепление укрупненных и прочих грузовых мест на судах, иных чем ячеистые контейнеровозы, резолюция А.489(XII) [2].

— Положения для включения в Руководство по креплению груза, предназначенного для судов, MSC/Circ.385 [2].

— Факторы, которые необходимо учитывать при обеспечении безопасного размещения и крепления укрупненных грузовых мест и транспортных средств на судах, резолюция А.533(13) [2].

— Руководство по устройствам для крепления автотранспортных средств при перевозке их на судах Ро-Ро, резолюция А.581(14) [2].

— Руководство ММО/ Международной Организации Труда по укладке груза в грузовые контейнеры или на транспортные средства.

— Опасности, связанные с доступом в закрытые помещения, MSC/Circ.487 [2].

Наибольшее влияние на безопасность крепления грузов оказывает правильное определение необходимого количества найтовов и мест крепления.

Так, если для стандартных грузов (контейнеры, резервуары, лес, металлоизделия, автотранспорт и т.д.) предусмотрены не только специальные места крепления, но и производятся специализированные суда, то для нестандартных грузов крепление должно учитывать все силы, действующие на груз во время пути.

Ускорения, действующие на судно на волнении, складываются из комбинации продольных, вертикальных и преобладающих поперечных движений. Силы, создаваемые этими ускорениями, порождают большинство проблем, связанных с креплением.

Опасности, возникающие в связи с этими силами, должны рассматриваться путем принятия мер как для того, чтобы обеспечить надлежащее размещение и крепление груза на судне, так и для того, чтобы снизить амплитуду и частоту качки судна.

Использование упрощенных методов расчета сил повышает риск возникновения ошибок из-за необходимости учета при этом значительного количества цифровых таблиц и вычислительных действий. В связи с этим целесообразным является использование автоматизированных средств расчета.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах [1, 4] рассматриваются проблемы, связанные с креплением разнотипных грузов. В Кодексе безопасной практики размещения и крепления груза [2], поправках и дополнениях к нему [3] разработаны и утверждены международные подходы для оценки эффективности крепления грузов. Однако вопрос использования информационных систем для проведения качественного и быстрого расчета в настоящее время проработан недостаточно.

Целью данной работы является разработка предложений по решению вопросов автоматизации расчета ускорений и сил, действующих на груз в пути.

Изложение основного материала. Согласно поправкам к кодексу [3] утверждена методика расчета эффективности крепления нестандартных грузов.

Расчет состоит из нескольких этапов:

- оценка внешних сил;
- уравнения для расчётов сил и опрокидывающих моментов;
- скольжение в поперечном направлении;
- опрокидывание в поперечном направлении;
- продольное скольжение.

Оценка внешних сил.

Внешние силы, воздействующие на грузовое место в продольном, поперечном и вертикальном направлениях, определяются формулой [3]:

$$F_{(x,y,z)} = m \cdot a_{(x,y,z)} + F_{w(x,y)} + F_{s(x,y)}$$

где $F_{(x,y,z)}$ – продольные, поперечные и вертикальные силы;

m – масса места;

$a_{(x,y,z)}$ – продольное, поперечное и вертикальное ускорение;

$F_{w(x,y)}$ – продольная и поперечная сила ветрового давления;

$F_{s(x,y)}$ – продольная и поперечная сила удара волн.

Основные данные ускорений рассматриваются применимыми в следующих условиях эксплуатации морских судов:

1. Неограниченный район плавания.
2. Любое время года.
3. Продолжительность рейса – 25 дней.
4. Длина судна (L) – 100 м.
5. Эксплуатационная скорость – 15 узлов.
6. Отношение $B / GM \geq 13$ (B - ширина судна, GM – метацентрическая высота).

При эксплуатации судна в ограниченном районе плавания может предусматриваться снижение этих величин с учетом сезона года и продолжительности рейса.

Для судов, длина которых отличается от 100 м и скорость которых отличается от 15 узлов, величины ускорений корректируются коэффициентом [3].

Дополнительно, для судов, соотношение B/GM у которых менее 13, величины поперечных ускорений корректируются дополнительным коэффициентом, приведенным в табл. 1 [3].

Таблица 1

Коэффициент корректуры при $B/GM < 13$

B/GM	7	8	9	10	11	12	13 и более
верх палубы	1,56	1,40	1,27	1,19	1,11	1,05	1,00
низ палубы	1,42	1,30	1,21	1,14	1,09	1,04	1,00
твиндек	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,03	1,00
трюм	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,02	1,00

Силы от воздействия ветра и волн на груз, расположенный на верхней палубе, учитываются упрощенно следующим образом:

сила давления ветра = 1 кН/м²;

сила ударов волн = 1 кН/м².

В рейсах с ограниченным районом плавания силой ударов волн можно пренебречь. При этом расчеты сил и опрокидывающих моментов предпочтительно выполнять для:

- скольжения груза в направлении бортов судна;
- опрокидывание груза в направлении бортов судна;
- скольжение груза в направлении нос – корма судна в условиях снижения трения.

В случае симметричного расположения устройств крепления достаточно произвести соответствующие расчеты в отношении одного направления.

Расчет скольжения в поперечном направлении должен отвечать следующим условиям (рис. 1) [3]:

$$F_y \leq \mu \cdot m \cdot g + CS_1 \cdot f_1 + CS_2 \cdot f_2 + \dots + CS_n \cdot f_n,$$

где n – количество найтовов;

F_y – поперечная сила, кН;

μ – коэффициент трения,

($\mu = 0,3$ для сталь-дерево или сталь-резина);

($\mu = 0,1$ для сухих сталь-сталь);

($\mu = 0,0$ для мокрых сталь-сталь);

m – масса грузового места, т;

g – ускорение силы тяжести 9,81 м/с²;

CS – расчетная сила удержания поперечных крепежных деталей, кН;

f – функция μ и вертикального угла крепления a .

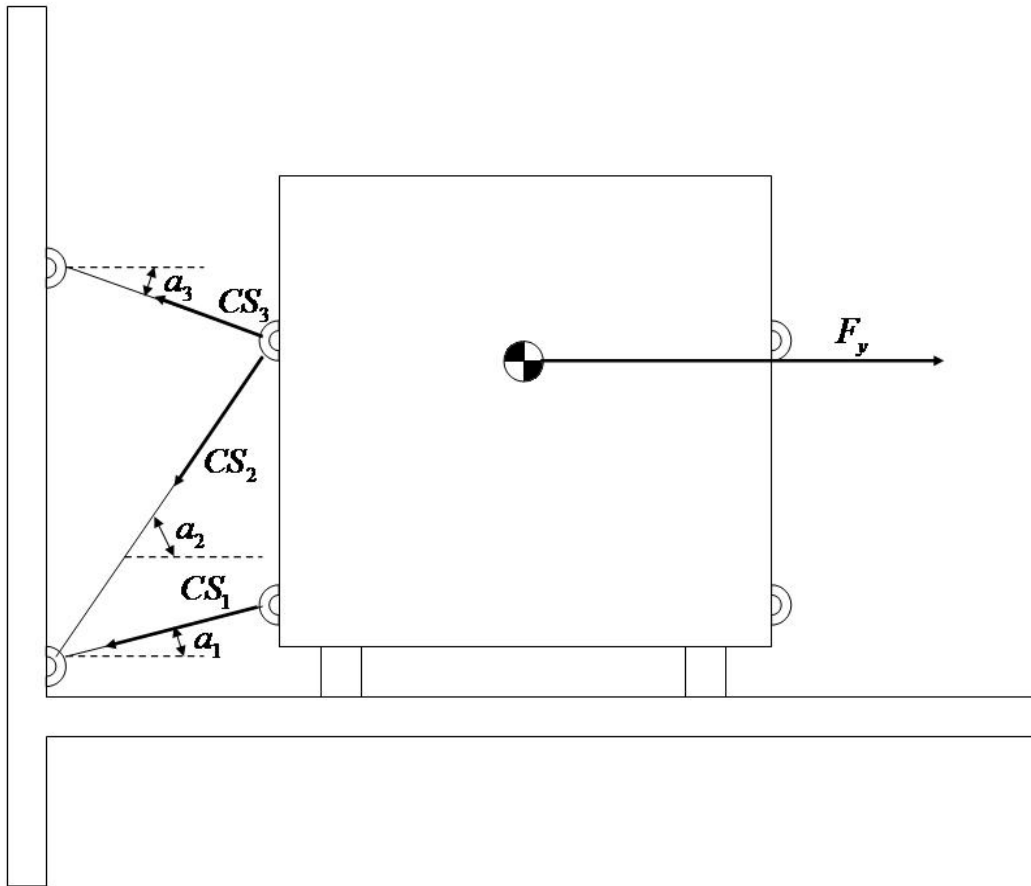


Рис. 1 – Схема равенства поперечных сил

Вертикальный угол крепления a более 60° снизит эффективность этого конкретного крепежного устройства в отношении скольжения грузового места. Следует предусматривать возможность не учитывать эти устройства в уравнении сил, если необходимая нагрузка не вызывается большой вероятностью опрокидывания или надежным предварительным напряжением крепежной детали с включенным устройством для поддержания напряженного состояния в ходе всего рейса.

Любой горизонтальный угол крепления, т.е. отклонение от поперечного направления, не должен превышать 30° , в противном случае, следует рассмотреть возможность исключения этой крепежной детали из уравнения поперечного скольжения.

Величина f определяется как функция a и μ [3], или

$$f = \mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha .$$

Расчет опрокидывания в поперечном направлении должен отвечать следующим условиям (рис. 2) [3]:

$$F_y \cdot a \leq b \cdot m \cdot g + CS_1 \cdot c_1 + CS_2 \cdot c_2 + \dots + CS_n \cdot c_n ,$$

- где a – плечо опрокидывания, м;
 b – плечо остойчивости, м;
 c – плечо силы удержания, м.

При расчете усилий продольного скольжения следует проверить, выполняются ли следующие условия:

$$F_x \leq \mu \cdot (m \cdot g - F_z) + CS_1 \cdot f_1 + CS_2 \cdot f_2 + \dots + CS_n \cdot f_n ,$$

- где F_x – продольная сила от нагрузки, кН;
 F_z – вертикальная сила от нагрузки, кН;
 CS – расчетная сила удержания продольных крепежных деталей, кН.

Приведенный алгоритм расчета реализован в виде информационной базы данных, структура которой представлена на рисунке 3.

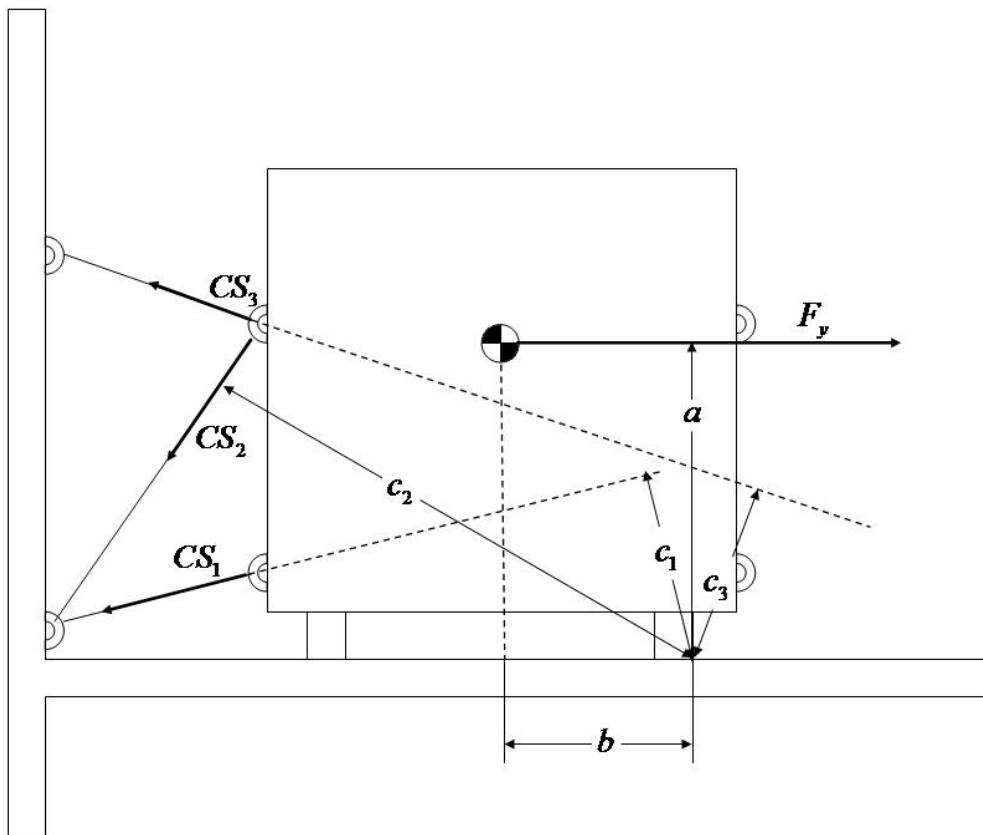


Рис. 2 – Схема равенства поперечных опрокидывающих моментов



Рис. 3 – Структура информационной базы данных программы расчета

Программа составлена таким образом, чтобы пользователь (администрация судна, сюрвейер, технолог порта) могли не только осуществлять расчеты, но и сохранить данные для возможного использования в будущем.

Программа имеет понятный интерфейс и позволяет при запуске перейти либо к новому расчету, либо просмотреть осуществленные ранее.

Пример расчета:

Судно: $L = 120,0$ м; $B = 15$ м; $GM = 0,3$ м; скорость = 12,0 узлов
 Груз: $m = 200,0$ т; размеры (длина x ширина x высота) = 10x10x10 м;
 Расположен: 0,5L на палубе, в трюме
 Крепежный материал:
 Цепи: разрывное усилие = 200 кН, $MSL = 100$ кН;
 Груз установлен на пиломатериалы: $\mu = 0,3$, $CS = 100/1,5 = 67$ кН;
 Устройства крепления:

Борт	n	CS	a	f	c
Левый	10	67 кН	80^0	0,47	-
Правый	10	67 кН	80^0	0,47	-
Левый	4	67 кН	40^0	0,96	-
Левый	4	67 кН	40^0	0,96	-

Ввод данных в базу данных осуществляется через форму расчета (рис. 4).

Исходные данные

Судно: **м/в "Vasily Belokonenko"** | Груз: **Elefants**
 Сюрвейер: **S. Khalilulov**

Длина	120.00 м.	Масса	200.00 тонн.	Расположение центра тяжести	
Ширина	15.00 м.	Длина	10.00 м.	По горизонтали до края	
Метацентрическая высота GM	0.30 м.	Ширина	10.00 м.	вперед	5.00
Скорость	12 узлов	Высота	10.00 м.	назад	5.00
Крепежный материал		Подстилка груза		левого	3.00
		Сталь-дерево или сталь-резина		правого	7.00
				по вертикали до палубы	
				7.00	

Груз расположен на судне: Продольно **0.50 L** | По вертикали **Трюм**

Устройства ПРОДОЛЬНОГО крепления | Устройства ПОПЕРЕЧНОГО крепления

Внешние силы: Продольно $F_x = 237$ кН | Вертикально $F_z = 679$ кН | Поперечно $F_y = 790$ кН

Продольные силы			Поперечные силы		
Скольжение в корму:	237 <= 385	Все в порядке	Скольжение к левому борту:	790 <= 1158	Все в порядке
Скольжение в нос:	237 <= 385	Все в порядке	Скольжение к правому борту:	790 <= 1158	Все в порядке
Продольное опрокидывание:	1659 <= 6415	Опрокидывания нет, даже без найтовов	Поперечное опрокидывание:	5530 <= 5886	Опрокидывания нет, даже без найтовов

Рис. 4 – Форма ввода начальных данных для расчета

После ввода данных оператор имеет возможность нажатием кнопки "Расчет" выполнить расчетные операции и нажатием кнопки "Печать" вывести результаты расчета (рис. 5) на экран для печати.

По результатам апробации, осуществленной на опыте сюрвейерской фирмы, обслуживающей морские суда, программа признана полезной и принята к использованию.

Результаты расчета

Судно: м/в "Vasily Belokonenko"
 L = 120.0 м; B = 15.00 м; GM = 0.30 м; Скорость = 12 узло
 Груз: Elefants
 m = 200.0 t; размеры (L*B*H) = 10.0 * 10.0 * 10.0 м
 Размещение 0.5 L - Трюм
 Крепежный

Цепи	Разр. усилие	200 кН; MSL = 100 кН
Сталь-дерево или сталь-	u = 0.3 ; CS	100 / 1.5 = 67 кН
Устройства крепления:	Side	n CS a f c
	лев.	10 67 кН 80° 0.47 -
	прав.	10 67 кН 80° 0.47 -
	лев.	4 67 кН 40° 0.96 -
	прав.	4 67 кН 40° 0.96 -

ВНЕШНИЕ силы: Fx = 237 кН Fy = 790 кН Fz = 679 кН
 БАЛАНС ПОПЕРЕЧНЫХ МОМЕНТОВ: ЗАКЛЮЧЕНИЕ:
 Баланс сил (скольжение вправо): 790 <= 1158 Норма
 Баланс сил (скольжение влево): 790 <= 1158 Норма
 Поперечное опрокидывание: 5530 <= 5886 Опрокидывания нет

БАЛАНС ПРОДОЛЬНЫХ МОМЕНТОВ:
 Баланс сил (скольжение в нос): 237 <= 385 Норма
 Баланс сил (скольжение в корму): 237 <= 385 Норма
 Продольное опрокидывание: 1659 <= 6415 Опрокидывания нет

Оператор

В. Иванов

Рис. 5 – Результаты расчета

Выводы

Применение методов автоматизированной обработки данных повышает достоверность данных и ускоряет принятие решений, соответственно положительно влияет на безопасность плавания судна.

В ходе экспериментальных исследований разработана программа, облегчающая проведения расчетов опрокидывающих моментов и сил влияющих на безопасность перевозки нестандартных грузов морем.

Использование программы автоматизации расчета применимо для пользователей, отвечающих за безопасность мореплавания судна. Программа является универсальным алгоритмом для различных вариантов крепления нестандартных грузов, что повышает эффективность работы и безопасность мореплавания судна.

Список использованных источников:

1. Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / В.И. Снопков. – Санкт-Петербург : АНО НПО «Мир и Семья». – 2001. – 560 с.
2. Кодекс безопасной практики размещения и крепления груза. – М. : В/О «Мортехинформ-реклама», 1992. – 116 с.
3. Поправки и дополнение к Кодексу безопасной практики размещения и крепления груза (Кодекс РГК). – Санкт-Петербург : АОЗТ ЦНИИМФ, 1995. – 27 с.
4. Аксютин Л.Р. Грузовой план судна / Л.Р. Аксютин. – Одеса : ЛАТСТАР, 1999. – 139 с.

Bibliography:

1. Snopkov V.I. Technology of transportation of freights by sea: the textbook for higher education institutions. 3rd prod., reslave. and additional / V.I. Snopkov. – Sankt-Peterburg : ANO NPO «Mir i Sem'ya». – 2001. – 560 p. (Rus.)
2. Code of safe practice for cargo stowage and securing. – M. : V/O «Mortekhinformreklama», 1992. – 116 p. (Rus.)
3. Amendments and appendix to the Code of safe practice for cargo stowage and securing (CSS Code). – Sankt-Peterburg : AOZT TSNIMF, 1995. – 27 p. (Rus.)
4. Aksyutin L.R. Cargo plan of the vessel / L.R. Aksyutin. – Odessa : LATSTAR, 1999. – 139 p. (Rus.)

Рецензент: А.М. Берестовой
д-р техн. наук, проф., АМИ ОНМА

Статья поступила 10.04.2015

УДК 62.114

© Иванов Е.И.¹, Вавилкина В.В.²

**ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЖНЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ
ТИПА «ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР»**

В данной статье описана оптимизация процесса обработки и минимизация числа смен инструмента. Приведены два варианта составления маршрутов обработки, согласно правилам построения маршрутов обработки для станков типа «обрабатывающий центр». Первый - по классической технологии обработка каждого отверстия осуществляется полностью по всем переходам, обеспечивающим требуемую точность размеров и формы. Второй - минимизация числа смен инструмента. Этот метод заключается в разбиении отверстий на группы по диаметру. Сначала происходит обработка отверстий одним инструментом, по первому переходу обрабатываются все отверстия одной группы, затем – осуществляется смена инструмента и обработка по второму переходу и т.д.

Ключевые слова: вспомогательное время, станок типа «обрабатывающий центр», задача коммивояжера, оптимизация маршрута обработки.

Іванов Е.І., Вавілкина В.В. Оптимізація маршруту обробки елементарних поверхонь складних корпусних деталей на верстатах типу «обробляючий центр». У даній статті описана оптимізація процесу обробки та мінімізація числа змін інструменту. Наведено два варіанти складання маршрутів обробки, згідно з правилами побудови маршрутів обробки для верстатів типу «обробний центр». Перший - за класичною технологією обробка кожного отвору здійснюється повністю по всіх переходах, що забезпечує необхідну точність розмірів і форми. Другий - мінімізація числа змін інструменту. Цей метод полягає в розбитті отворів на групи по діаметру. Спочатку відбувається обробка отворів одним інструментом, по першому переходу обробляються всі отворів однієї групи, потім - здійснюється зміна інструменту і обробка по другому переходу і т.д.

Ключові слова: допоміжний час, верстат типу «обробляючий центр», задача коммивояжера, оптимізація маршруту обробки.

¹ канд. техн. наук, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Ivanov-ei@yandex.ru

² студент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, valerchik.vvv@mail.ru