



*Монтажный
стол, держатель,
упор, лазерная
рулетка, сварка,
3D-моделирование*

*Mounting table, holder,
fixed stop, laser tape
measure, welding,
3D modeling*

DOI 10.35694/YARCX.2019.47.3.016

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПОРНЫХ РАМ СИЛОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ПК «АВТОДИЗЕЛЬ-СЕРВИС- ЦЕНТР»

И.М. Соцкая (фото)

к.т.н., доцент, заведующая кафедрой технического сервиса
Р.Д. Адакин

старший преподаватель кафедры технического сервиса

В.П. Дмитренко

к.т.н., доцент кафедры технического сервиса

Д.С. Карпов

к.т.н., доцент кафедры технического сервиса

ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

Предприятия, занимающиеся конвертацией дизельных двигателей на морские и речные суда, сталкиваются с проблемами изготовления ровных рам под силовые и дизель-генераторные установки, которые комплектуются ими. Рамы должны иметь такой параметр, как плоскость, обеспечивающий полное прилегание к дну судна, и вертикальность стоек. Выполнить эти требования достаточно сложно, поскольку при сварке детали «уводит». Авторами предлагается системный подход к решению данной проблемы в создании комплекса изготовительно-измерительного оборудования, разработанного для предприятия ООО «ПК «Автодизель-Сервис-Центр».

Решение рассматриваемой проблемы согласуется со Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, в которой указывается на необходимость проводить техническое обслуживание, модернизацию и ремонт судов рыбопромыслового флота.

ООО «ПК «Автодизель-Сервис-Центр» занимается закупкой ярославских дизельных двигателей восьми и двенадцати цилиндров семейства ЯМЗ, их дорабатывает и устанавливает на речной и морской транспорт. На судах двигатели совместно с генератором вырабатывают электроэнергию 220 В, либо их используют как силовые агрегаты.

Силовой генератор представляет собой устройство, смонтированное на раме и состоящее из мощного генератора на 400 В, приводимого во вращение от ярославского дизеля ЯМЗ. Устройство показано на рисунке 1.

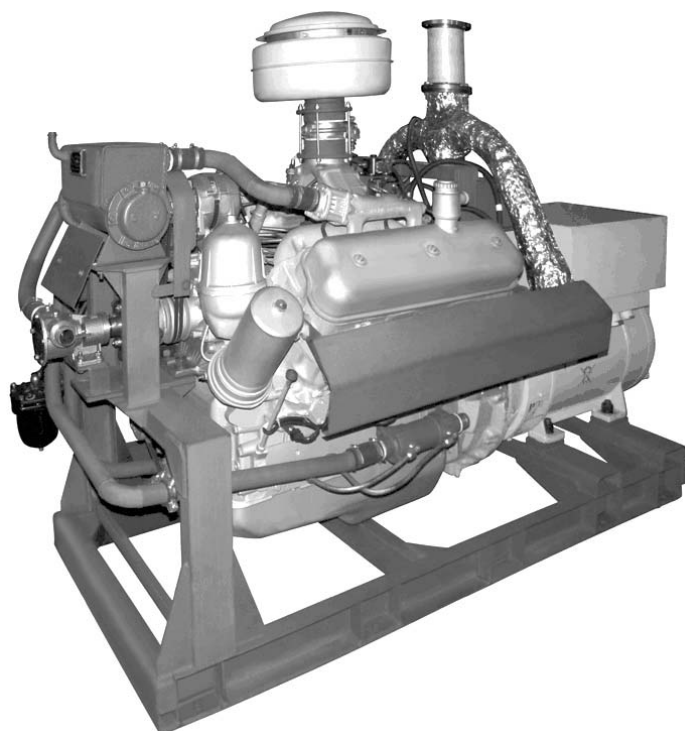


Рисунок 1 – Силовой генератор на раме с двигателем ЯМЗ

На рассматриваемом предприятии подобные устройства собирают следующим образом: вертикальные и горизонтальные стойки при сварке корректируются угольником, без использования единого кондуктора. Сверление отверстий производится также без кондуктора. Авторы статьи разработали оборудование, позволяющее сваривать рамы в строгом соответствии с ТУ, выдерживая плоскостность и вертикальность элементов конструкции. Поскольку даже при небольшом отклонении основания рамы от плоскостности приводит к тому, что при монтаже на судно она

неплотно прилегает к дну. Доводочные работы могут достигать нескольких недель.

Для выполнения монтажных работ используется монтажный стол, на котором производятся сварочные работы с возможностью фиксации свариваемых деталей и выставлением нужных углов.

Существуют различные типы монтажных столов, основные из них приведены на рисунке 2.

На рисунке 2а представлен стол, в основе которого лежит плита чугунная или стальная, на которой располагается изготавливаемое изде-



а)

а – стол-плита с отверстиями; б – стол-плита с прорезями и отверстиями.



б)

Рисунок 2 – Монтажные столы для сварки

лие. На ней производится разметка и сварка деталей. Плита изготавливается толщиной 25–40 мм [1–5]. В отверстия вставляются струбцины, которые фиксируются гайкой снизу. Струбцины прижимают свариваемые детали к столу плотно таким образом, чтобы во время сварки деталь не повело. Вставляя в отверстия шпильки и направляющие уголки, сварщики обеспечивают прямолинейность деталей и возможность чёткого, безошибочного выставления прямого угла.

Стол на рисунке 2б отличается наличием прорезей, в которые вставляются направляющие, позволяющие фиксировать детали более удобными способами.

Поскольку для наших задач размеры стола требуются отличные от предлагаемых, то необходимо разработать свою конструкцию стола и выбрать систему посадки [6, 7].

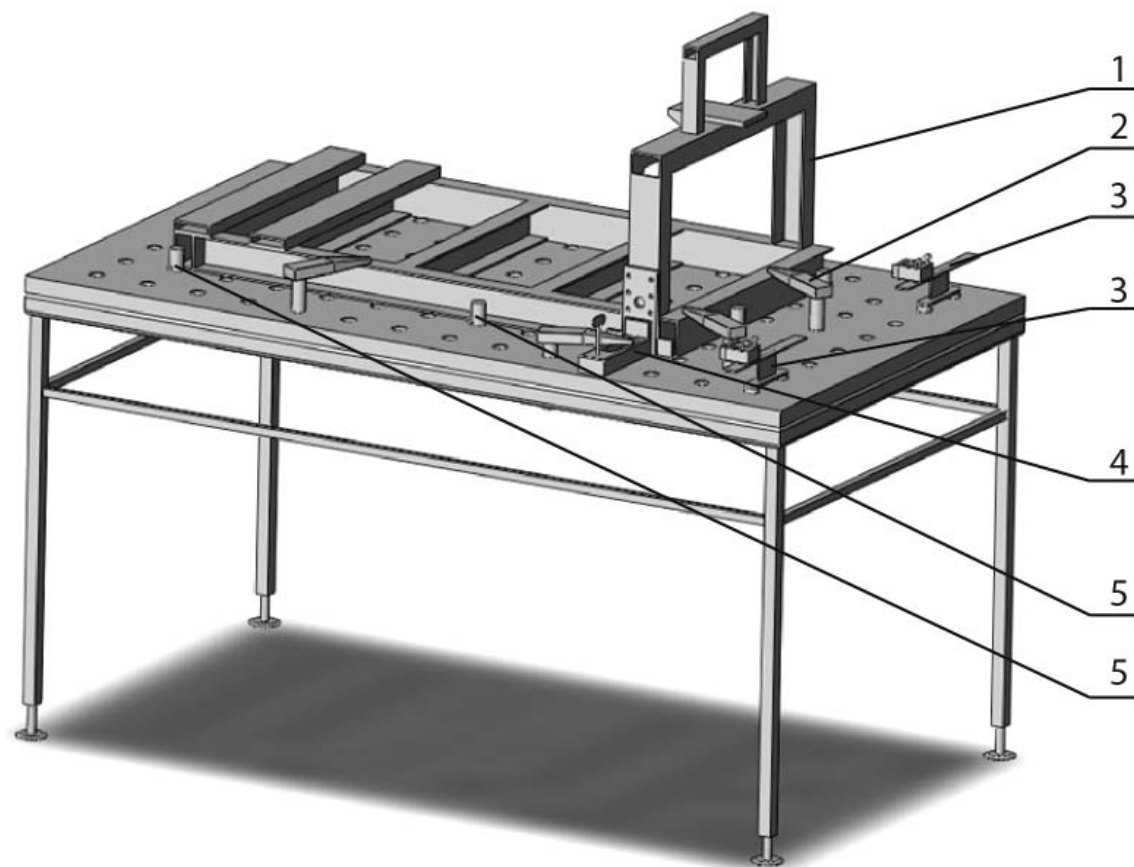
Для разработки комплекта монтажного стола и кондуктора было использовано 3D-моделирование.

За основу конструкторской разработки была взята плита (рис. 2а) толщиной 30 мм, в которой просверлены отверстия сверлом диаметром 25 мм на сверлильном станке, с соблюдением сетки симметрии осей отверстий. Более толстую плиту брать не следует, поскольку масса её при габаритах 850x1500 мм составляет уже 290 кг. Для транспортировки такого стола предусмотрены рым-болты. Потребуется длинный стол, поскольку сама рама генератора, на которую монтируются два агрегата, приблизительно такой же длины. Длина изменяется в зависимости от мощности генератора, под который подбираются соответствующие дизели.

Отверстия в плите доведены разверткой до размера $25,04^{\pm 0,1}$ мм, чтобы ось прижима, будучи диаметром $25,00^{\pm 0,1}$ мм, имела посадку с зазором [8].

Разработанный нами монтажный стол со всем оборудованием представлен на рисунке 3.

На столе расположена рама для монтажа дизеля и генератора. Рассмотрим детали комплекта



1 – рама силового генератора; 2 – зажим; 3 – держатель лазерной рулетки; 4 – кондуктор; 5 – упор.

Рисунок 3 – Монтажный стол с оборудованием

для сварки и выравнивания. Во-первых, зажим, отличающийся от работы известной струбцины (рис. 4).

Особенность его работы заключается в том, что он фиксирует деталь при помощи лёгкого удара резиновым молотком сверху по зажиму. Ось зажима по отношению к его горизонтальному зубу выполнена с наклоном в 88 градусов, вме-

сто прямого угла. При прижиме детали (показано на рис. 3) горизонтальный зуб выравнивается, немного изогнувшись, тем самым фиксируется в отверстии плиты [9]. Для того чтобы расклинить зажим, необходимо по его тупой задней части слегка нанести несколько ударов резиновым молотком. Такая конструкция прижима не нова, мы лишь используем такой удобный и простой спо-



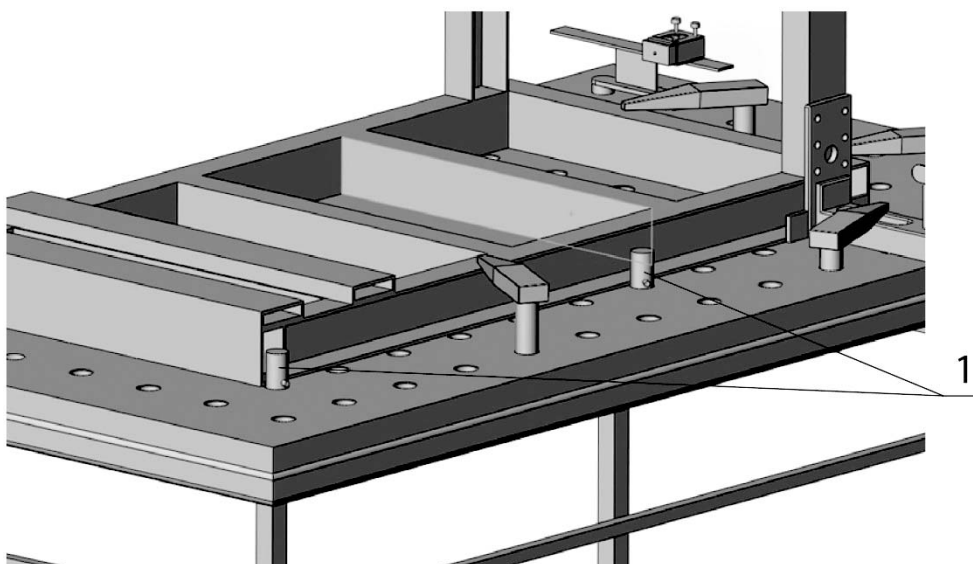
Рисунок 4 – Зажим

соб, поскольку в простоте изготовления прижима и лёгкости в работе видим преимущество по сравнению с обычными винтовыми струбцинами. Выберем необходимые размеры прижима для удобства фиксации деталей на монтажном столе.

Следующая позиция предлагаемого комплекта – это упор (рис. 5).

Упор представляет собой прутки диаметром 25 мм. Сбоку в упор вкручена шпилька, не даю-

щая ему провалиться в отверстие стола. Упоры необходимы для строгого выравнивания деталей по горизонтали стола, чтобы все детали были либо параллельны, либо перпендикулярны друг к другу. При несложной комбинации упоров на столе возможно получение и других углов, таких как 45°, 30°. Конструкция упоров стандартная, приводим её лишь для описания принципа работы монтажного стола.

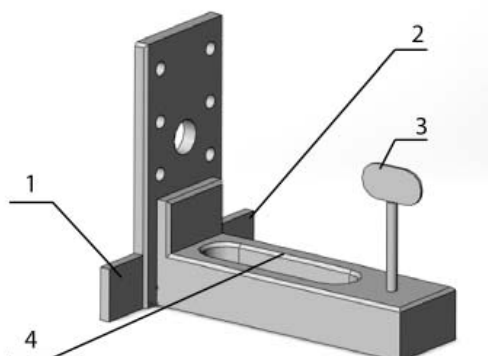


1 – Упор

Рисунок 5 – Упор для выравнивания рамы на монтажном столе

Кондуктор для сверления отверстий в рамах – полностью разработка авторов. Он крепится на столе либо прижимами, либо болтом с гайкой, для которого предусмотрено продолговатое

отверстие 4. Кондуктор является направляющей деталью для сверления отверстий в раме, в строго необходимых местах рамы с требуемым шагом. Для выравнивания кондуктора относительно



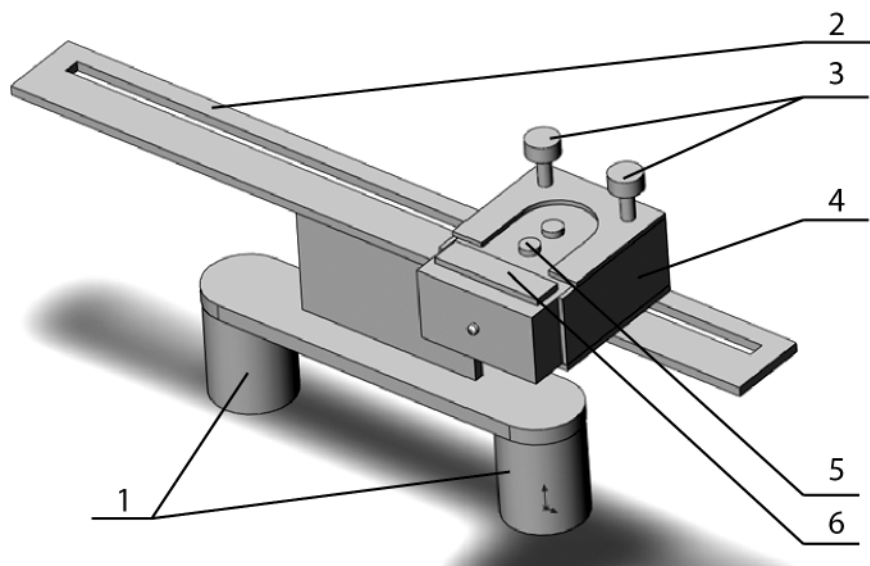
1, 2 – поверхности прижима, выравнивания; 3 – флажок; 4 – отверстие крепёжное.

Рисунок 6 – Кондуктор

детали предусмотрены поверхности 1 и 2. При плотном прижатии кондуктора к детали он будет к ней перпендикулярен. Отверстия на кондукторе просверлены сразу для нескольких моделей силовых генераторов. Кондукторов можно изготовить несколько, под разные модели, в случае если на одну пластину технически не удаётся разместить требуемые отверстия. Для того чтобы выдержать полностью присоединительные размеры при сверлении отверстий в раме, необходимо точно выставить кондуктор относительно

базы, для этого на нём предусмотрен флажок 3, в который будет светить лазерная рулетка. Таким образом будет позиционироваться кондуктор в нужном положении. Конструкция крепления лазерной рулетки к столу является также нашей разработкой и показана на рисунке 7.

Данное устройство вставляется в отверстия стола двумя направляющими 1. Лазерная рулетка имеет возможность перемещаться по планке 2, для того чтобы точно попасть лазером в флажок кондуктора, закрепленного на столе, либо



1 – направляющие; 2 – планка; 3 – винты фиксации рулетки; 4 – коробка рулетки; 5 – кнопки управления рулетки; 6 – дисплей рулетки.

Рисунок 7 – Устройство для фиксации лазерной рулетки

в деталь рамы. Фиксируется лазерная рулетка с помощью винтов 3 и находится в коробке 4, прорезь в которой обеспечивает доступ к клавишам и просмотру цифрового дисплея. С помощью этого устройства от базы промеряются все детали рамы силового агрегата. Опытным путём необходимо лишь установить все требуемые размеры как для самой рамы (её контрольных точек), так и для кондукторов, причём для всего типоразмерного ряда силовых генераторов. Размеры должны быть сведены в таблицы, по моделям силовых генераторов. Такой способ изготовления рам и контроль их размеров будет технологичным. Это позволит избежать как неровностей при сварке

отдельных деталей, так и обеспечит выполнение узлов с требуемыми размерами, что в конечном итоге скажется на минимальных доводочных работах при монтаже силовых генераторов на борту морских и речных судов.

Работа лазерных рулеток показана на рисунке 8. Рулетки крепятся на столе. По своим планкам перемещаются коробки с рулетками, для настройки лазерного луча на требуемую часть рамы или кондуктора. Рулетку можно поставить в любом месте монтажного стола, необходимо лишь соблюдать, учитывая базу, точку отсчёта. На практике можно будет улучшить методику замера лазерными рулетками, создав методику,

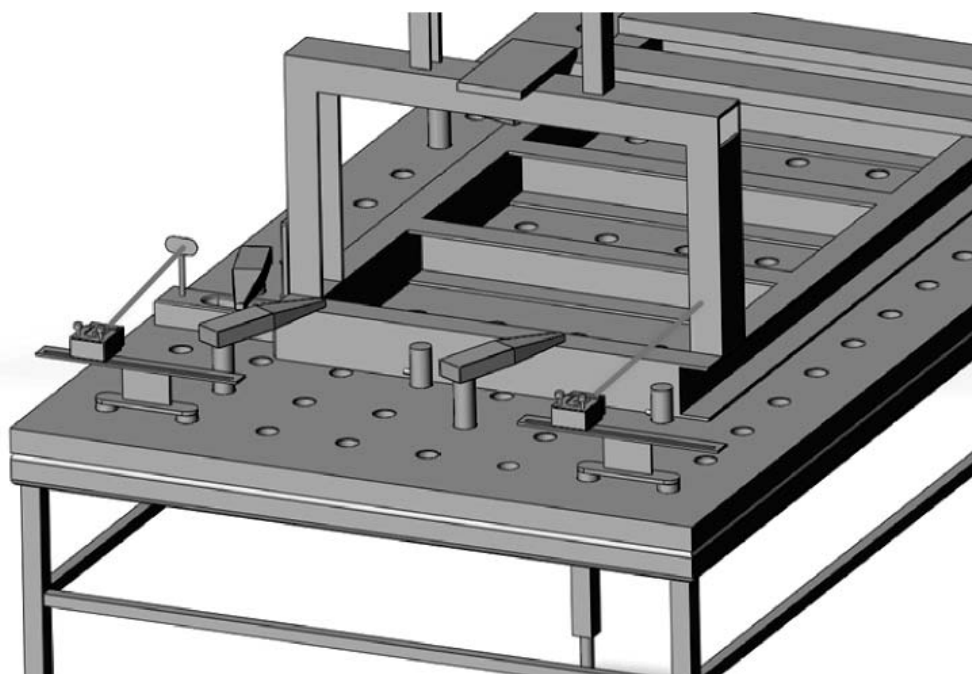


Рисунок 8 – Работа лазерных рулеток

поскольку будут получены практическим способом размеры от базы до стоек, в которых необходимо будет сверлить отверстия, при этом будет учитываться каждый типоразмер рамы силового генератора.

Выводы

Таким образом, использование 3D-моделирования при разработке комплекта для изготовления рам силовых генераторов позволило со-

здать рабочие чертежи, определить габаритные и присоединительные размеры для монтажного стола, держателей и упоров, выбрать посадку.

Разработанный нами проект комплексного оборудования для изготовления опорных рам силовых генераторов для морских и речных судов на примере ООО «ПК «Автодизель-Сервис-Центр», с выдержкой как плоскостности, так и вертикальности деталей, достаточно прост в изготовлении и надёжен в использовании.

Литература

1. Федосьев, В.И. Сопrotивление материалов [Текст]: учебник для ВУЗов / В.И. Федосьев. – 17-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018 – 542 с.

2. Филатов, Ю.Е. Введение в механику материалов и конструкций [Текст]: учеб. пособие / Ю.Е. Филатов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 320 с.
3. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности машин [Текст]: учеб. пособие / Ю.В. Баженов. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 160 с.
4. Справка по SOLIDWORKS [Электронный ресурс]: основные принципы SolidWorks. – Режим доступа: http://help.solidworks.com/2013/russian/SolidWorks/sldworks/c_introduction_toplevel_topic.htm (дата обращения: 01.08.2018).
5. CADArtifex. Solidworks 2015: A Power Guide for Beginner and Intermediate Users [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1682174/>.
6. UCF Engineering. SolidWorks lessons [Text]. – University of Central Florida, College of Engineering and Computer Science, USA, 2015. – 253 p.
7. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации [Текст] / А.А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
8. Ашейчик, А.А. Расчет деталей машин методом конечных элементов [Текст] / А.А. Ашейчик, В.Л. Полонский. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 243 с.
9. Варывдин, В.В. Расчет деталей и механизмов подъемно-транспортных машин с элементами САПР [Текст]: учеб. пособие / В.В. Варывдин, Н.А. Романеев, В.В. Никитин. – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2013. – 131 с.

References

1. Fedos'ev, V.I. Soprotivlenie materialov [Tekst]: uchebnik dlja VUZov / V.I. Fedos'ev. – 17-e izd. – M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2018 – 542 s.
2. Filatov, Yu.E. Vvedenie v mehaniku materialov i konstrukcij [Tekst]: ucheb. posobie / Yu.E. Filatov. – SPb.: Izd-vo «Lan'», 2017. – 320 s.
3. Bazhenov, Yu.V. Osnovy teorii nadezhnosti mashin [Tekst]: ucheb. posobie / Yu.V. Bazhenov. – Vladimir: Izd-vo Vladim. gos. un-ta, 2006. – 160 s.
4. Spravka po SOLIDWORKS [Jelektronnyj resurs]: osnovnye principy SolidWorks. – Rezhim dostupa: http://help.solidworks.com/2013/russian/SolidWorks/sldworks/c_introduction_toplevel_topic.htm (data obrashhenija: 01.08.2018).
5. CADArtifex. Solidworks 2015: A Power Guide for Beginner and Intermediate Users [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.twirpx.com/file/1682174/>.
6. UCF Engineering. SolidWorks lessons [Text]. – University of Central Florida, College of Engineering and Computer Science, USA, 2015. – 253 p.
7. Alyamovskij, A.A. SolidWorks Simulation. Inzhenernyj analiz dlja professionalov: zadachi, metody, rekomendacii [Tekst] / A.A. Alyamovskij. – M.: DMK Press, 2015. – 562 s.
8. Ashejchik, A.A. Raschet detalej mashin metodom konechnyh jelementov [Tekst] / A.A. Ashejchik, V.L. Polonskij. – SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2016. – 243 s.
9. Varyvadin, V.V. Raschet detalej i mehanizmov pod#emno-transportnyh mashin s jelementami SAPR [Tekst]: ucheb. posobie / V.V. Varyvadin, N.A. Romaneev, V.V. Nikitin. – Brjansk: Izd-vo Brjanskoj GSHA, 2013. – 131 s.