

УДК 621.9

А.А.Пермяков, д-р техн. наук, Харьков, Украина

СОВРЕМЕННЫЕ СИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ КАК ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА СОЗДАНИЯ СТАНКОВ И СИСТЕМ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Виконано аналіз номенклатури і техніко-технологічних характеристик силових агрегатів для створення верстатів і систем агрегатно-модульної конструкції.

Выполнен анализ номенклатуры и технико-технологических характеристик силовых агрегатов для создания станков и систем агрегатно-модульной конструкции.

The analysis of the types and technological characteristics of power units for the construction of rotary transfer machines and transfer line machines.

Современные агрегатные технологические системы механической обработки (АТСМ) существенно отличаются от своих предшественников, хотя главные идеи этих станков и систем остались прежними:

- высокие показатели производительности и как следствие низкая технологическая себестоимость обработки деталей;
- высокий уровень автоматизации;
- агрегатно-модульный принцип построения;
- кратчайшие сроки проектирования и изготовления;
- невысокая стоимость оборудования и быстрая его окупаемость.

Главным отличием и преимуществом современных агрегатных технологических систем механической обработки от их предшественников (агрегатных станков) является технологическая гибкость, переналаживаемость и перекомпоновка. Принципиальное отличие состоит в том, что перекомпоновка в отличие от переналадки меняет структуру станка. Проблему повышения гибкости разрешила практически не использовавшаяся ранее идея принципа агрегатирования – обратимость унифицированной элементной базы.

Современные АТСМ применяются в разных отраслях промышленности: общего машиностроения, авиационной промышленности, в производстве различного электрооборудования, медицинской техники, в приборостроении, в оборонной промышленности и др. Поэтому к современным агрегатным технологическим системам предъявляются требования высокой производительности и точности в сочетании с широкой универсальностью и высокой мобильностью (гибкостью), позволяющих производить быстрый переход с изготовления одних деталей на изготовление других, часто в широком диапазоне их разновидностей.

Очевидно, что все эти условия требуют, чтобы технологические системы проектировались с учетом возможности их разной компоновки, конструкции, состава узлов и механизмов с целью получения требуемых заказчиком технических и технологических характеристик этих станков. Желательно также чтобы эти системы имели много единых комплектующих узлов и механизмов и по возможности аналогичных им с одинаковыми конструктивными решениями в виде отдельных модулей, что позволяло бы производить их централизованно как самими станкостроительными фирмами, так и специализированными. Это позволило бы сократить сроки разработки и стоимость разных типов и модификаций АТСМ с максимальным учетом требований заказчика, повысить их точность и надежность, облегчить их эксплуатацию и ремонт.

В прошлые годы сделать это было сложно, так как практически каждая станкостроительная фирма самостоятельно разрабатывала компоновку, а также конструкции разных узлов и механизмов, применяемых в этих системах. Производимые ранее АТСМ имели достаточно сложные и разнообразные кинематические структуры их построения, также по-разному часто индивидуально компоновались кинематические схемы и конструкции приводов подач, поворотных столов, револьверных головок, разнообразных направляющих, других узлов и механизмов.

Конечно, в этих АТСМ уже широко использовались многие покупные детали и узлы общемашиностроительного назначения: электродвигатели, подшипники, муфты общего назначения, элементы гидравлики, пневматики, электрооборудования, ременные, зубчатые, червячные передачи, различные крепежные элементы (болты, винты, гайки, шайбы) и др.

Позднее были разработаны и централизованно выпускались уже специально для АТСМ: регулируемые электродвигатели для силовых узлов, дополнительно новые типы подшипников для опор шпинделей и ходовых винтов приводов подач, различные типы измерительных преобразователей для систем обратной связи, муфты, зажимные устройства и др. В последние годы разработаны новые более совершенные типы приводных электродвигателей и особенно мехатронные узлы (мотор-шпиндель, линейные и встраиваемые поворотные электродвигатели). Были отработаны и предложены унифицированные конструкции типовых направляющих качения, передач ходовой винт-гайка с трением качения, револьверные головки и др. Многие унифицированные узлы и механизмы для АТСМ разрабатывают и изготавливают специализированные фирмы, что позволило начать активно применять модульный принцип построения различных АТСМ.

При всех имеющихся преимуществах данного принципа построения металлорежущих станков он получил широкое распространение только в проектировании и построении АТСМ, и только недавно его начали широко использовать также при построении практически всех групп металлорежущих станков. Агрегатно-модульный принцип разработки и производства

металлорежущих станков, применяемый в настоящее время, основан на использовании унифицированных или нормализованных функционально и конструктивно законченных узлов и механизмов (модулей), выпускаемых либо станкостроительными фирмами (ограничено для своих моделей станков), либо производимых специализированными фирмами, выпускающими достаточно широкий ряд различных узлов и механизмов для различных типоразмеров станков.

При применении агрегатно-модульного принципа конструктор, решая задачу разработки станка, выбирает нужные ему узлы и механизмы из каталогов и проектирует самостоятельно только, по сути, базовые узлы станка (станину, колонну, другие корпусные детали). Это похоже на детскую игру «Лего», когда из отдельных модулей собирается желаемая компоновка металлорежущего станка или системы.

Имея базовые узлы станка, станкостроительная фирма может, используя необходимые готовые покупные узлы и механизмы, изготавливать гамму различных технологических систем, каждый из которых в наибольшей степени приспособлен к требованиям заказчика. В качестве основных положений, характеризующих модульный принцип построения и изготовления АТСМ отмечают следующие [1]:

- ограниченная номенклатура модулей должна обеспечивать множество различных компоновок и конструкций станков путем многообразия типов, сочетаний и положений модулей;
- модульный принцип проектирования станков наиболее полно отвечает требованиям решения конкретной технологической задачи;
- сокращается время и трудоемкость проектирования станков, поскольку используются выполненные ранее разработки;
- увеличивается надежность работы станка за счет отработанности входящих в нее модулей и наибольшего соответствия данной конструкции модулей выполняемой задаче;
- уменьшается разнообразие конструкций модулей и составляющих их элементов, что улучшает условия эксплуатации и ремонтпригодность;
- возможность создания новых высокопроизводительных станков для выполнения наилучшим образом обработки заготовок, а не подгонка процесса под имеющееся станочное оборудование;
- возможность замены устаревших форм и методов проектирования новых конструкций станков и их систем.

На сегодняшний день можно выделить два способа реализации модульного принципа построения АТСМ:

- 1) Каждая станкостроительная фирма самостоятельно разрабатывает ограниченную номенклатуру модулей основных узлов выпускаемого типоразмера станка, используя которые затем разрабатываются конкретные модификации по заказу потребителя;

2) Станкостроительные фирмы проектируют необходимые модификации станков на основе применения широкой номенклатуры различных готовых узлов и механизмов (в виде модулей) разрабатываемых и изготавливаемых специализированными фирмами.

Первый способ модульного принципа построения станков может реализоваться в двух вариантах. При первом варианте модульного построения станкостроительная фирма разрабатывает базовую модель соответствующего оборудования с его полной возможной комплектацией и ограниченным комплектом основных модулей. Например, два или три варианта приводов главного движения, различные варианты силовых головок и инструментальных магазинов разной емкости, наличие и варианты поворотных столов и др. Тогда на основе базовой модели за счет дополнительной установки, снятия, замены или изменения взаимного расположения указанных модулей в зависимости от требований заказчика создаются необходимые модификации данного станка. При втором варианте модульного построения АТСМ (в частности средних и тяжелых) фирма разрабатывает номенклатуру ограниченного ряда модулей всех узлов и механизмов предлагаемого АТСМ, включая и их базовые узлы. Затем по желанию заказчика комплектуется соответствующая модификация станка с использованием имеющихся модулей.

По мере увеличения централизованной разработки и изготовления разнообразных унифицированных и нормализованных узлов и механизмов для различных технологических систем специализированными фирмами более перспективным, на мой взгляд, является второй способ реализации модульного принципа построения указанных технологических систем. В этом случае станкостроительная фирма практически разрабатывает только компоновки предлагаемых АТСМ и конструкции их базовых деталей и узлов (основания, станину, колонну корпуса отдельных узлов). Необходимые комплектующие узлы и механизмы, определяющие их технические и технологические характеристики, фирма покупает на рынке готовых модулей, исходя из пожеланий и требований заказчика.

В настоящее время существует очень большое количество специализированных фирм из разных стран, предлагающих необходимый ряд типоразмеров разнообразных модулей (устройств, узлов, механизмов) для применения в АТСМ [5-21]: мотор-шпинделя, силовые головки, линейные и встраиваемые поворотные электродвигатели приводов подач, направляющие, передачи ходовой винт-гайка в комплекте с опорами, разного типа поворотные столы, устройства ЧПУ, измерительные преобразователи систем обратной связи, гидростанции, инструментальные магазины, инструментальные системы (оправки, резцедержавки, режущие инструменты), устройства для автоматической смазки, теплообменники для электрошкафов станков с ЧПУ, масляные и водяные охладители, системы

подачі СОЖ с распылительными системами, транспортеры для удаления стружки, промышленные светильники и др.

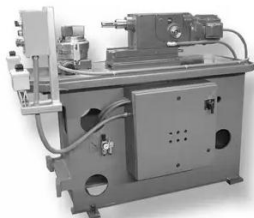
Анализ публикаций в зарубежных периодических изданиях, а также поиск информации в Интернет показал, что в промышленно развитых странах основу высокоорганизованных производств составляет технологическое оборудование, создаваемое по агрегатно-модульному принципу. Созданием высокопроизводительных многопозиционных агрегатных станков (rotary transfer machines) и автоматических линий (transfer line machines) занимаются ряд ведущих станкостроительных фирм.

Основоположителем агрегатного станкостроения США является Эдвард Кингсбурри (1893-1973). Возглавив в 1920 г. компанию Kingsbury Machine Tool, он в 1923 г. реализовал концепцию высокопроизводительной обработки путем синхронизации многопозиционного сверления, разместив сверлильные узлы вокруг поворотного стола, и, положив тем самым начало агрегатным станкам.

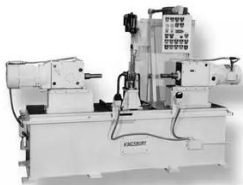
Корпорация Webco/Kingsbury в настоящее время остается одним из лидеров агрегатного станкостроения. На сайте фирмы [5] презентуются АС различных компоновок (рис.1-5).



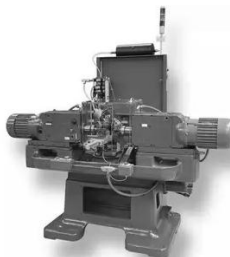
АС сверлильный вертикальной компоновки



АС сверлильно-фрезерный горизонтальной компоновки

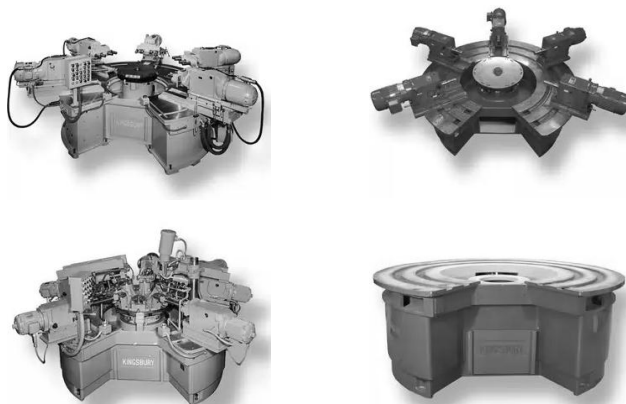


АС сверлильный горизонтальный двухсторонний



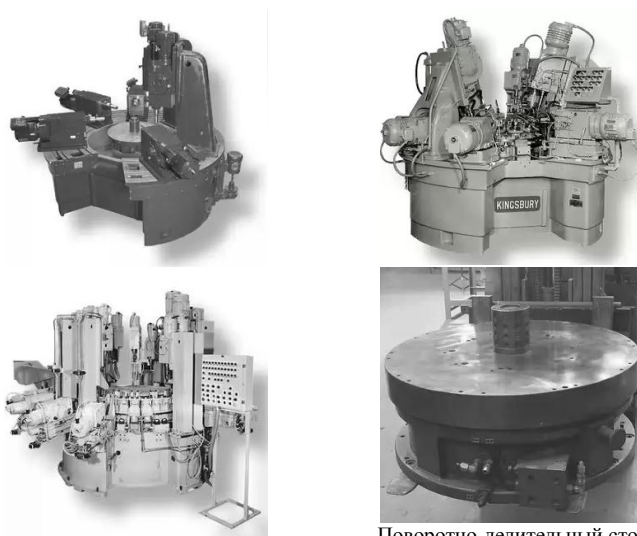
АС сверлильно-фрезерный двухсторонний

Рисунок 1 – Однопозиционные компоновки АС Webco/Kingsbury



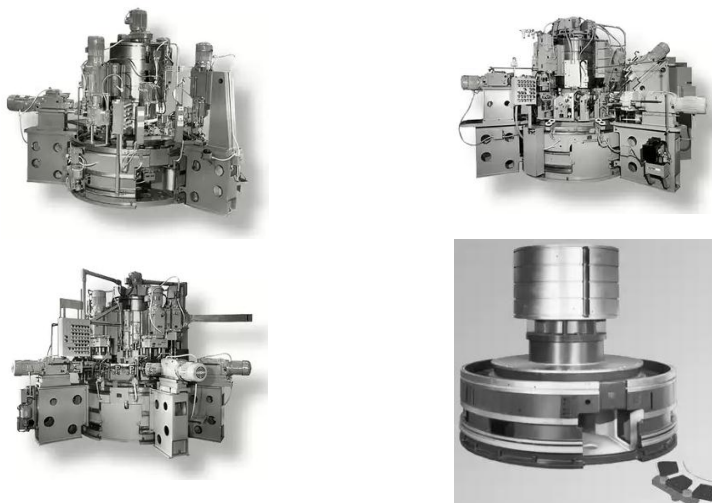
Круглая станина

Рисунок 2 – Многопозиционные AC Webco/Kingsbury горизонтальной компоновки с поворотным-делительным столом



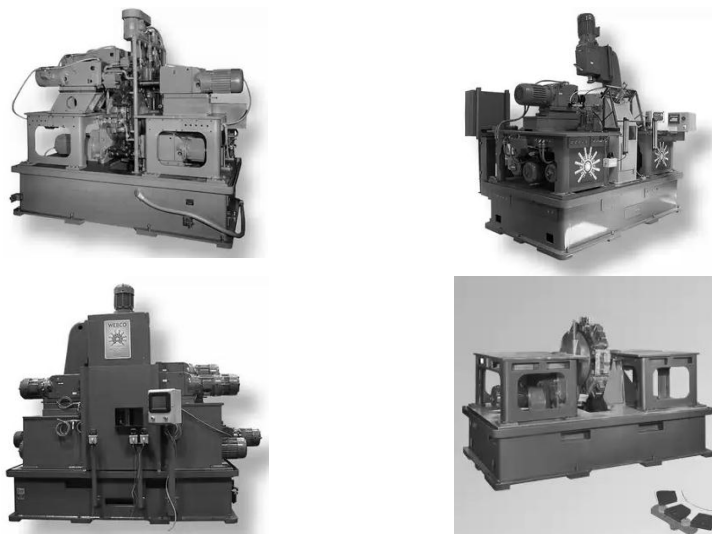
Поворотно-делительный стол

Рисунок 3 – Многопозиционные AC Webco/Kingsbury вертикальной компоновки с поворотным-делительным столом



Станина с центральной колонной

Рисунок 4 – Многопозиционные центроколонные AC Webco/Kingsbury

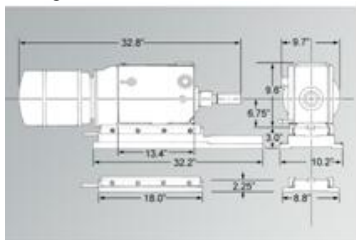


Станина с поворотным барабаном

Рисунок 5 – Многопозиционные AC Webco/Kingsbury барабанного типа

На сайте фирмы Webco/Kingsbury можно найти много образцов силовых агрегатов, ниже приведены некоторые из них (рис. 6).

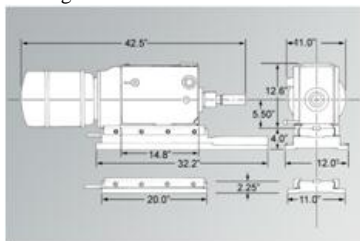
Сверлильная головка
электромеханическим приводом
Kingsbury 04-0500 Mechanical Feed
Drilling Unit



- 3/16 inch Drilling Capacity (Steel)
- 3/8 inch Drilling Capacity (Cast Iron)
- 4 inch Stroke (Max)
- 750 - 8200 RPM



Сверлильная головка с сервоприводом
Kingsbury 22-2500 Mechanical Feed
Drilling Unit



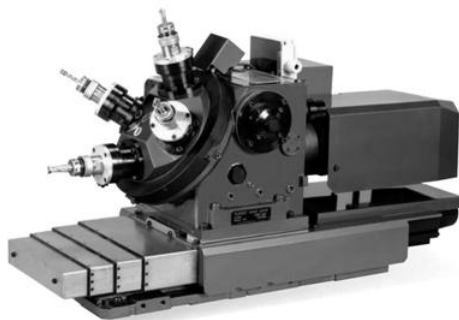
- 7/8 inch Drilling Capacity (Steel)
- 1 1/8 inch Drilling Capacity (Cast Iron)
- 3 1/2 inch Stroke (Max)
- 392 - 5720 RPM



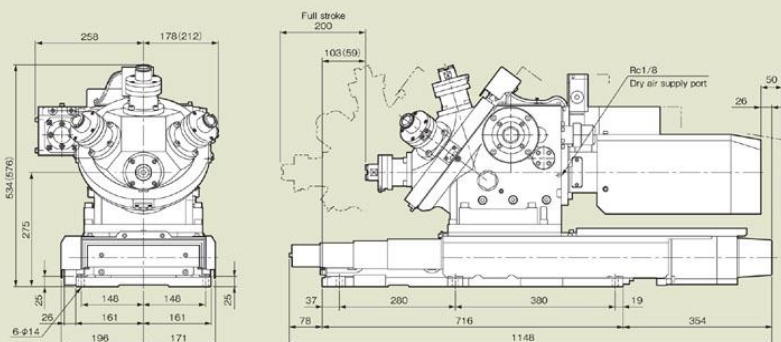
Рисунок 6 – Силовые узлы фирмы Webco/Kingsbury

На сайте фирмы SUGINO MACHINE LIMITED [7] приведен вариант револьверной силовой головки (рис. 7).

На сайте фирмы Fanji Industrial Co. [9] для оснащения многопозиционных агрегатных станков и систем предлагается гамма силовых головок гидравлического типа (рис. 8).



4TH5-1660



Note 1. For protecting the inside structure, please input dry air for air-purge from Rc1/8.
2. Parenthesized numbers are showing the dimensions of 4TH5-1612.

Model #	Spindle Speed (no load)	Chuck Type	Chuck Capacity	Aluminum Max. Drilling/Tapping Size (ADC)	Cast Iron Max. Drilling/Tapping Size (FC200)	Steel Max. Drilling/Tapping Size (S45C)
4TH5-1660	Max. 6000 min ⁻¹	Stub Holder (KH-25E NT tool)	3.6 ~ 16.0 mm	14 mm M10	11 mm M8	9.5 mm M8
4TH5-1612	Max. 1200 min ⁻¹	Stub Holder (KH-25E NT tool)	3.6 ~ 16.0 mm	20 mm M16	15 mm M12	13 mm M12

Рисунок 7 – Силовые узлы фирмы SUGINO MACHINE LIMITED

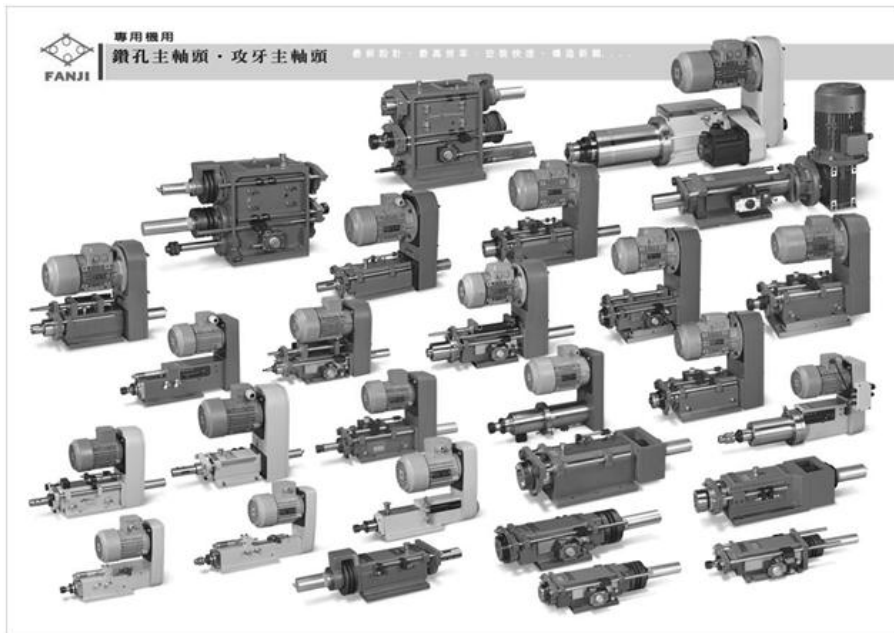


Рисунок 8 – Силовые узлы фирмы Fanji Industrial Co.

ВЫВОДЫ

В настоящее время мировой рынок металлорежущего оборудования предлагает достаточно разнообразную номенклатуру силовых узлов и агрегатов для оснащения станков, создаваемых по агрегатно-модульному принципу.

Созданием агрегатных станков и систем занимается ряд ведущих станкостроительных фирм, они же чаще всего являются и разработчиками-продавцами силовых узлов и агрегатов как элементной базы создания станков агрегатно-модульной конструкции. Анализ типажа и технико-технологических характеристик силовых агрегатов позволяет сделать вывод как о многообразии выбора унифицированной элементной базы для создания станков и систем агрегатно-модульной конструкции, так и о перспективности данного технологического оборудования.

Список использованных источников: 1. *Аверьянов О.И.* Модульный принцип построения станков с ЧПУ. – М: Машиностроение, 1987. – 232 с.; 2. *Агрегатные станки средних и малых размеров /Ю.В.Тимофеев, В.Д. Хицан и др. // Под общ. ред. Ю.В.Тимофеева.* - М.: Машиностроение, 1985. - 248 с.; 3. *Врагов Ю.Д.* Анализ компоновок металлорежущих станков: (Основы компонентики). – М.: Машиностроение, 1978. – 208 с.; 4. *Гёбель Х.* Компоновка агрегатных станков и автоматических

линий. //Пер. с нем. – М.: ГНТИМЛ, 1959. – 189 с.; 5. «Webco/Kingsbury» //http://www.webcoindustrial.com, 11.05.2015 г.; 6. «SOMEX» //http://www.somex.fr, 08.01.2015 г.; 7. «SUGINO MACHINE LIMITED» //www.sugino.com, 20.05.2015 г.; 8. «EUROMA» //http://www.euromagroup.com, 08.01.2015 г.; 9. «Fanji Industrial Co.» //http://www.drilling-tapping.com, 20.05.2015 г.; 10. «CTR NORTE GmbH & Co. KG» //http://www.ctr-norte.de, 01.06.2015 г.; 11. «Piffner» // http://www.piffner.com, 20.01.2014 г.; 12. «ALMAC SA» // www.almac.ch, 25.01.2014 г.; 13. «WE FUN INDUSTRIAL CO., LTD» // http://www.we-fun.com, 02.02.2014 г.; 14. «Italian Machine Tools Technologies» // http://www.imasgroup.it, 14.02.2014 г.; 15. «VARIOMATIC» // http://www.variomatic.de, 23.02.2014 г.; 16. «VIGNOTTO» // http://www.vignotto.it, 28.02.2014 г.; 17. «WINEMA» // www.winema.de, 04.03.2014 г.; 18. «Picchi» // http://www.picchimachines.it, 10.03.2014 г.; 19. «Porta Solutions» // http://www.porta-solutions.com, 15.03.2014 г.; 20. «BTB TRO» // ww2.btb.it, 20.03.2014 г.; 21. «TTM Makine San ve Tic.Ltd.Şti» // http://www.cnctransfer.com, 28.03.2014 г.

Bibliography (transliterated): 1. Aver'janov O.I. Modul'nyj princip postroenija stankov s ChPU. – М: Mashinostroenie, 1987. – 232 s.; 2. Agregatnye stanki srednih i malyh razmerov /Ju.V.Timofeev, V.D. Hican i dr. // Pod obshh. red. Ju.V.Timofeeva. – М.: Mashinostroenie, 1985. – 248 s.; 3. Vragov Ju.D. Analiz komponovok metallorezhushhih stankov: (Osnovy komponetiki). – М.: Mashinostroenie, 1978. – 208 s.; 4. Gjobel' H. Komponovka agregatnyh stankov i avtomaticheskikh linij. //Per. s nem. – М.: GNTIML, 1959. – 189 s.; 5. «Webco/Kingsbury» //http://www.webcoindustrial.com, 11.05.2015 g.; 6. «SOMEX» //http://www.somex.fr, 08.01.2015 g.; 7. «SUGINO MACHINE LIMITED»//www.sugino.com, 20.05.2015 g.; 8. «EUROMA» //http://www.euromagroup.com, 08.01.2015 g.; 9. «Fanji Industrial Co.» //http://www.drilling-tapping.com, 20.05.2015 g.; 10. «CTR NORTE GmbH & Co. KG» //http://www.ctr-norte.de, 01.06.2015 g.; 11. «Piffner» // http://www.piffner.com, 20.01.2014 g.; 12. «ALMAC SA» // www.almac.ch, 25.01.2014 g.; 13. «WE FUN INDUSTRIAL CO., LTD» // http://www.we-fun.com, 02.02.2014 g.; 14. «Italian Machine Tools Technologies» // http://www.imasgroup.it, 14.02.2014 g.; 15. «VARIOMATIC» // http://www.variomatic.de, 23.02.2014 g.; 16. «VIGNOTTO» // http://www.vignotto.it, 28.02.2014 g.; 17. «WINEMA» // www.winema.de, 04.03.2014 g.; 18. «Picchi» // http://www.picchimachines.it, 10.03.2014 g.; 19. «Porta Solutions» // http://www.porta-solutions.com, 15.03.2014 g.; 20. «BTB TRO» // ww2.btb.it, 20.03.2014 g.; 21. «TTM Makine San ve Tic.Ltd.Şti» // http://www.cnctransfer.com, 28.03.2014 g.