

УДК 621.9.06

А.А. ПЕРМЯКОВ, И.Э. ЯКОВЕНКО

**К ВОПРОСУ ОБ УНИФИКАЦИИ УСТАНОВОЧНО ЗАЖИМНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ АГРЕГАТИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

В роботі розглянуто питання створення уніфікованих компоновальних схем установочно-затискних пристроїв спеціалізованого обладнання побудованого на принципах агрегування з метою подальшої мінімізації витрат на їх проектування та виробництво. Розробка уніфікованих компоновальних схем побудована на основі аналізу конструкцій існуючих установочно-затискних пристроїв, а також функціонального призначення структурних елементів і деталей

**Ключові слова:** агрегатоване обладнання, установочно-затискні пристрої, уніфікація, компоновка.

В работе рассмотрены вопросы создания унифицированных компоновочных схем установочно зажимных приспособлений специализированного оборудования, построенного на принципах агрегатирования с целью последующей минимизации затрат на их проектирование и производство. Разработка унифицированных компоновочных схем построена на основе анализа конструкций существующих установочно зажимных приспособлений, а также функционального назначения структурных элементов и деталей.

**Ключевые слова:** агрегатированное оборудование, установочно зажимное приспособление, унификация, компоновка.

The paper deals with the creation of the unified layout of clamping setting fixtures of specialized equipment creation based on the principles of aggregation for the purpose of minimizing their subsequent design and production costs. Development of unified layout schemes is based on the analysis of existing clamping setting fixtures structures, as well as on the functionality of the structural elements and details.

**Keywords:** aggregate equipment, mounting fixtures, unification, arrangement.

**Введение.** В современном машиностроительном производстве достаточно широко применяются различные технологические системы обработки, основанные на принципах агрегатирования (агрегатированное оборудование - АО), когда до 80% используемых узлов и элементов унифицированы. Это позволяет значительно сократить сроки создания специализированного и специального оборудования, увеличить жизненный цикл используемых компонентов за счет дальнейшего реинжиниринга и повторного использования элементов систем. Для такого оборудования установочно зажимное приспособление является одной из основных составляющих, которые определяют точность и, во многом, производительность обработки, влияют на трудоемкость проектирования и изготовления, стабильность первоначально закладываемых в технологическую систему параметров, надежность работы. Поэтому к приспособлениям АО с одной стороны предъявляются требования наивысшей эффективности и качества, а с другой, возникает необходимость обеспечить минимально возможную трудоемкость проектирования и изготовления за счет использования систем автоматизированного проектирования. Это может быть достигнуто при максимальной реализации принципов унификации в процессе разработки и производства УЗП АО.

**Анализ последних достижений и литературы.**

Теоретическим фундаментом развития исследований автоматизации проектирования приспособлений послужили работы Г.К.Горанского [1,2] в которых были сформулированы основы построения систем информационного описания объектов машиностроения и процессов их проектирования, намечены пути разработки алгоритмов решения ряда важных проектных задач. Дальнейшее развитие эти принципы нашли в работах Раковича А.Г. [3,4]

В работе [5] проведен анализ использования систем приспособлений, которые могут приспособляться к обработке других деталей, таких как УСП, СРП, УНП, СНП. Эти системы приспособлений пол-

ностью (УСП, СРП) или частично (СНП, УНП) состоят из набора стандартных, унифицированных элементов. Однако, обработка заготовок, установленных в рассмотренные типы приспособлений, на агрегатированном оборудовании ставит под вопрос обеспечение необходимой точности и производительности обработки. В работах [6, 7, 8, 9] проведена унификация УЗП для обработки однотипных деталей гидравлической арматуры на многопозиционных агрегатных станках.

Анализируя конструкторский классификатор деталей ЕСКД и технологический классификатор ЕСТПП [10], можно отметить, что их использование для унификации конструкции приспособлений для АО невозможно. Это объясняется особенностями конструкции такого оборудования и их технологического применения. Прежде всего, на агрегатированном оборудовании обрабатываются большей частью детали отраслевого, не общемашиностроительного применения. При этом оборудование и приспособления создаются для конкретного, ограниченного набора операций механической обработки конкретной заготовки. Поэтому общесоюзный классификатор деталей машиностроения в данном случае является слишком громоздким. Набор признаков, на базе которых он построен, не отвечает запросам проектировщиков при создании установочно зажимных приспособлений этой группы станков.

**Целью работы.** Целью данной статьи является анализ существующих компоновочных схем установочно зажимных приспособлений агрегатированного оборудования, выделение основных классификационных признаков, их систематизация и разработка на их основе целесообразно ограниченного множества унифицированных компоновочных схем приспособлений.

**Постановка проблемы.** Современные требования автоматизации инженерного труда и повышения эффективности создаваемых конструкций приспособлений определяют необходимость формализации,

© А.А. Пермяков, И.Э. Яковенко, 2016

как самого процесса проектирования, так и анализа их компоновочных структур и параметров.

Наиболее значительных успехов разрешения этой проблемы можно достичь только с использованием математических методов моделирования и автоматизации проектирования и изготовления приспособлений. Несмотря на то, что базовые конструкции приспособлений большинства станков и систем за длительный промежуток времени сформированы и в значительной степени устоялись, а наука об их проектировании достаточно развита в трудах многих ученых, вопросы компонетики и выбора оптимальных конструкций приспособлений исследованы недостаточно. Рассматриваемые методики проектирования приспособлений не направлены на вариантное проектирование, используя в качестве критериев эффективности только точность базирования и надежность закрепления заготовки. Недостаточная формализация процесса проектирования приспособлений объяснялась творческим характером проектирования, а предлагаемые методики определяли общие принципы и последовательность разработки конструкции на основе схем-аналогов.

#### Материалы исследований

В качестве объекта исследования были рассмотрены конструкции установочно-зажимных приспособлений (УЗП) для специального оборудования производства Харьковского завода агрегатных станков. Общей характерной чертой всех рассматриваемых приспособлений было наличие определенного набора узлов и элементов, выполняющих строго определенные функции в процессе базирования и закрепления заготовки в процессе обработки.

Для дальнейшей систематизации конструкций приспособлений необходимо выделить основные факторы, которые определяют конструкцию приспособления и компоновочную схему в целом, а также необходимость применения и конструктивные характеристики тех или иных узлов и отдельных элементов. В качестве таких факторов мы предлагаем рассмотреть функциональное назначение каждого отдельного узла приспособления, конфигурацию и геометрические параметры заготовки, предлагаемую схему ее базирования, пространственное расположение узлов и элементов приспособления относительно заготовки, параметры режимов обработки (в основном силовые).

Функциональное назначение и конфигурация заготовки определяет типы применяемых узлов и их отдельных элементов, пространственное расположение – конфигурацию образующих узел деталей, а геометрические параметры заготовки и силовые характеристики – типоразмер деталей из параметрического ряда.

В общем случае все узлы и элементы можно разделить на 5 основных групп: корпус; узел базирования; привод; узел зажима; дополнительные узлы и элементы (рис.1).

Помимо классификационных признаков УЗП, на возможность унификации и типизации элементов оказывает взаимное пространственное расположение рассматриваемых узлов и заготовки.

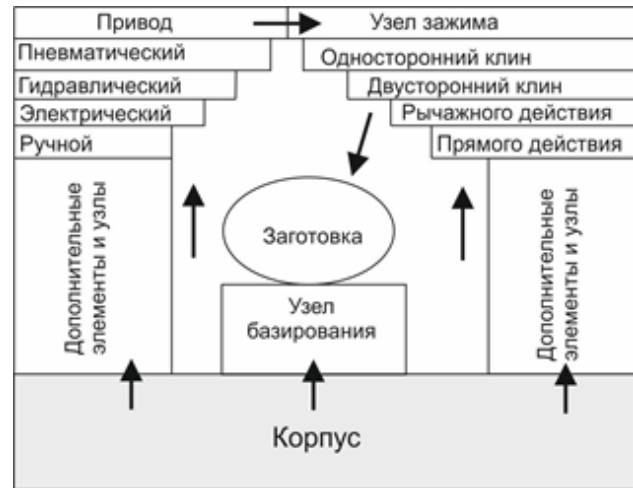


Рис. 1 – Общая компоновочная схема взаимосвязей элементов УЗП

На основе систематизации основных компоновочных схем УЗП были предложены модели компоновок, используемых в дальнейшем для синтеза вариантов приспособлений. В пределах каждой компоновочной схемы вариантность определяется характером взаимного пространственного положения привода, узла зажима и заготовки в заданной системе координат. На рис.2-7 приведены геометрические модели вариантов пространственных компоновочных схем для различных комбинаций узлов зажима и вспомогательных элементов.

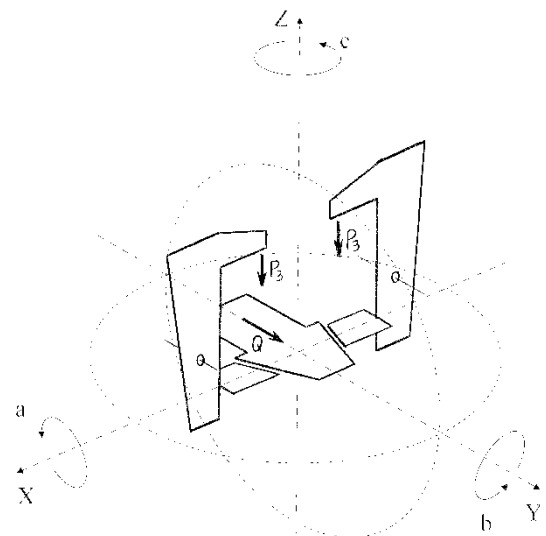


Рис.2 - С механизмом двухстороннего клина и рычагами-прихватами

Предложенная структурно-компоновочная схема легла в основу классификации УЗП и позволяет описать как приспособление в целом, так и структуру его отдельных узлов и элементов.

Каждый из рассмотренных узлов имеет свое функциональное назначение.

Корпуса – основной связующий элемент между всеми узлами и элементами УЗП.

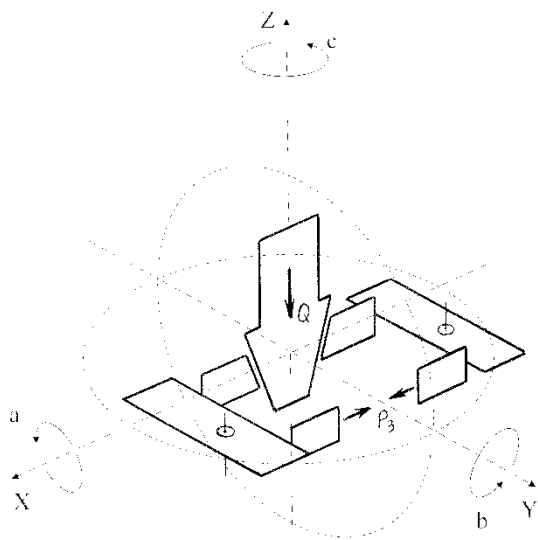


Рис. 3 - С механизмом двухстороннего клина и рычагами с ползунами

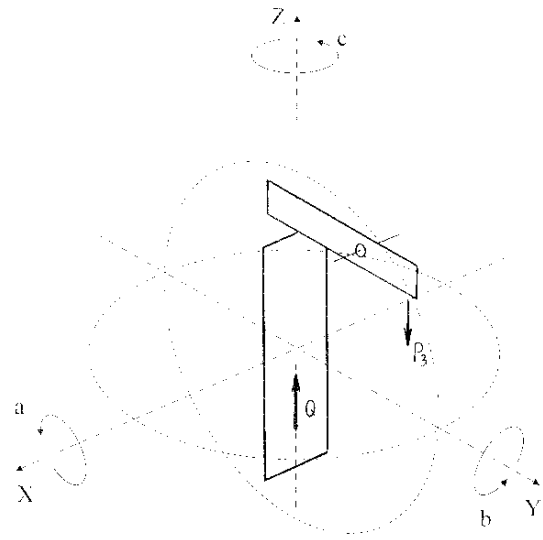


Рис. 6 – С механизмом прямого действия и рычагом

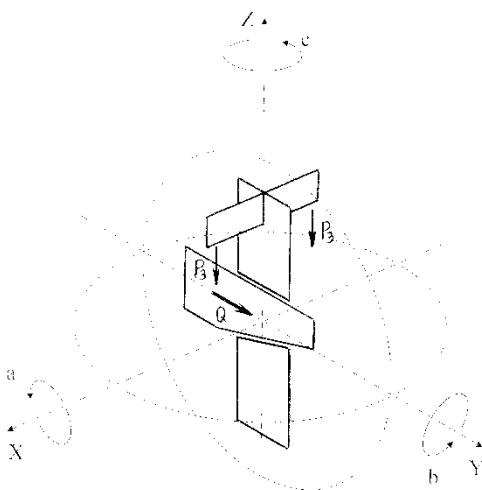


Рис. 4 - С механизмом одностороннего клина и плунжером-тягиой

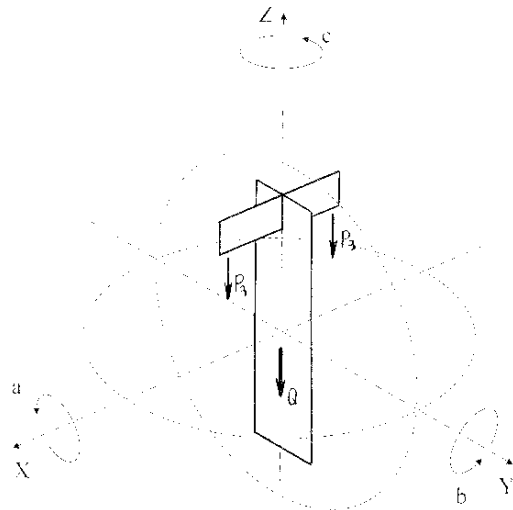


Рис. 7 - С механизмом прямого действия

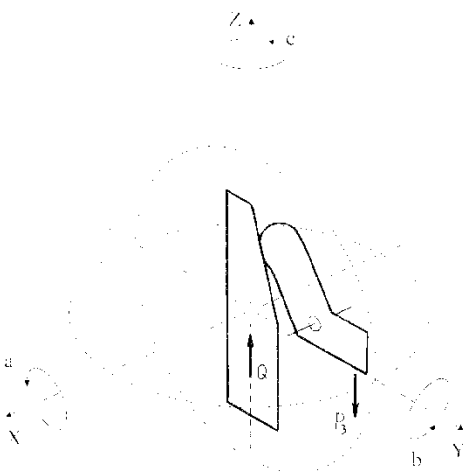


Рис. 5 - С механизмом одностороннего клина и рычагом

В большинстве своем корпус - оригинальный элемент, получаемый литьем, однако, при наличии типовых пространственных схем взаимного расположения узлов появляется возможность рассмотреть применение сборных корпусов из унифицированных деталей. Анализ компоновочных схем корпусов показал, что собственно унифицированным элементом корпуса является подошва, размеры которой регламентируются и определяются диаметром планшайбы и числом позиций поворотно-делительного стола. Конструкция же и габаритные размеры корпуса определяются типом функциональных элементов УЗП и их взаимным расположением.

Узел привода обеспечивает необходимые усилия для обеспечения закрепления заготовки. Агрегатированное оборудование работает обычно в автоматическом или полуавтоматическом режиме, поэтому наиболее распространенными являются пневматические и гидравлические приводы (более 96% использования). Для УЗП используются унифицированные пневматические и гидравлические приводы. Доста-

точно часто для минимизации габаритных размеров приспособления используются унифицированные элементы поршня и штока, а в качестве цилиндра используется оригинальная конструкция корпуса. Другие типы энергетических установок приспособления в последнее время практически не используются. Именно поэтому при проведении исследований мы рассматривали пространственные компоновочные схемы только для пневмо- и гидроприводов.

Узел зажима осуществляет пространственную связь между энергетической установкой (приводом) и заготовкой и должен обеспечивать не только необходимое усилие закрепления заготовки, но и безопасность рабочего в случае непредвиденного выхода из строя энергетической установки. Конструктивно узел зажима является наиболее насыщенным деталями и наиболее сложным в изготовлении и монтаже.

С точки зрения применимости узлов зажима, наиболее распространенными являются компоновочные схемы с клиновыми механизмами (с односторонним клином – 45%, с двусторонним клином – 29%, рычажные – 18%, прямого действия – 8%), которые обеспечивают не только достаточно высокий коэффициент полезного действия передаваемого усилия, но и обеспечивают за счет конструктивного исполнения надежное закрепление заготовки даже при выходе из строя силовой установки. В конструкциях зажимных узлов, особенно с использованием клиновых механизмов, очень часто применяются различные комбинированные варианты передачи усилия с использованием дополнительных элементов: рычажных, плунжерно-толкателей, поворотных прихватов и т.д. Однако все эти элементы выполняют четко определенное функциональное назначение, имеют определенную кинематику движения и, соответственно, конструктивные признаки, поэтому могут рассматриваться как элементы унификации.

Узел базирования в УЗП определяется в первую очередь технологической схемой базирования и геометрическими параметрами заготовки. На практике применяются почти все типовые схемы базирования с использованием установочных пальцев, обычных и самоцентрирующих призм, планок и т.д. Все эти элементы имеют четкое функциональное назначение и конструктивные элементы. В общем случае оригинальными являются поверхности, которые контактируют с заготовкой, а унификации подлежат элементы (поверхности), сопрягающиеся с корпусом и другими элементами. Анализ конструкций базовых элементов позволяет сделать вывод о возможности типизации и унификации конструкции деталей узла базирования. Основная задача дальнейших исследований классифицировать применяемые технологические схемы базирования и используемые базы с точки зрения конструктивных особенностей базовых и сопрягаемых с корпусом поверхностей.

К элементам базирования можно отнести и элементы, которые участвуют в базировании и установке дополнительных устройств в процессе обработки заготовки. Это, в первую очередь, пальцы для базирования и установки кондукторных плит и приспособлений. Применяемые в этом случае установочные

пальцы и втулки практически полностью унифицированы уже сейчас.

В отдельную группу выделены соединительные и дополнительные элементы, которые обеспечивают сопряжение всех основных узлов приспособления и отдельных элементов. Сюда относятся различные втулки, удлинители, байонеты и т.д. Их применение зависит от компоновочного решения УЗП. Предварительный анализ вариантов их использования позволяет сделать вывод о достаточно ограниченном конструктивном исполнении, что позволяет выделить их в отдельную группу, которая в дальнейшем может быть унифицирована.

**Выводы.** На основе анализа компоновок установочных зажимных приспособлений определены основные классификационные признаки, позволяющие провести систематизацию и разработать унифицированные компоновочные схемы приспособлений.

На основе систематизации основных компоновочных схем разработаны модели, которые в дальнейшем позволят осуществить конструкторскую унификацию ограниченного множества разных исполнений приспособлений путем приведения этого множества к целесообразному минимуму.

Разработка унифицированных узлов позволит в дальнейшем разработать обобщенную технологию изготовления деталей УЗП с учетом параметрических рядов и создать сборочные комплекты для минимизации сроков запуска агрегатированного оборудования в производственный процесс.

#### Список литературы:

1. Горанский Г.К. Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1976. – 240 с.
2. Горанский Г.К., Горелик А.Г., Зозулевич Д.М. Элементы теории автоматизации машиностроительного проектирования с помощью вычислительной техники. – Минск: Наука и техника, 1970. – 285 с.
3. Ракович А.Г. Автоматизация проектирования технологической оснастки. – Киев, 1987. – 135 с.
4. Ракович А.Г. Основы автоматизации проектирования технологических приспособлений / Под ред. Е.А.Стародетко. – Мн.: Наука и техника, 1985. – 285 с.
5. Кузнецов Ю.Н. Унификация и стандартизация станочных приспособлений. Основные требования. – М.: Изд. стандартов, 1976. – 100 с.
6. Пермяков А.А., Яковенко И.Э., Фадеев А.В. О моделировании компоновок УЗП многопозиционных агрегатных станков //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2003. - №6. – С.148-152.
7. Пермяков А.А., Тимофеев Ю.В., Яковенко И.Э. Оптимизация проектирования и производства УЗП на основе унификации компоновочных решений. //Вестник ХГПУ. - Харьков: ХГПУ. - 2000. - Вып.110. - С.70-74
8. Карпуть В.Е. Универсально-сборные перенастраиваемые приспособления / В. Е. Карпуть, В. А. Иванов // Вестник машиностроения. – 2008. – №11. – С. 46–50.
9. Karpus V.E., Ivanov V. A. Universal-composite adjustable machine-tool attachments. *Russian Engineering Research*, 2008, Vol. 28, No. 11, pp. 1077–1083.
10. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. М.: Издательство стандартов, 1977. – 257с.
11. М.А. Терехов, И.Э. Яковенко. К вопросу унификации установочных – зажимных приспособлений в серийном производстве. // VIII Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (22–24 квітня 2014 року: матеріали конференції: у 3-х ч. – Ч. 1 / оргкомітет: Л.Л. Тованьянський (голова) та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014.

## References (transliterated)

1. Goranskiy G.K. *Avtomatizirovannyye sistemy tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva v mashinostroenii* [Automated system of technological preparation of production in mechanical engineering]. – Moscow, Mashinostroenie Publ., 1976. – 240 p.
2. Goranskiy G.K., Gorelik A.G., Zozulevich D.M. *Elementy teorii avtomatizatsii mashinostroitel'nogo proektirovaniya s pomoschyu vychislitel'noy tekhniki* [Elements of the theory of mechanical design automation using computer technology]. – Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1970. – 285 p.
3. Rakovich A.G. *Avtomatizatsiya proektirovaniya tehnologicheskoy osnastki*. [Automatization Design of the Tooling]. – Kiev, Nauka i tekhnika Publ., 1987. – 135 p.
4. Rakovich A.G. *Osnovy avtomatizatsii proektirovaniya tehnologicheskikh prispособleniy* [Fundamentals of design automation of technological devices] Pod red. E.A.Starodetko.- Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1985.- 285 p.
5. Kuznetsov Yu.N. *Unifikatsiya i standartizatsiya stanochnykh prispособleniy. Osnovnyye trebovaniya* [Unification and standardization of machine tool accessories. Primary requirements]. – Moscow, Izd. Standartov Publ., 1976. – 100 p.
6. Permyakov A.A., Yakovenko I.E., Fadeev A.V. O modelirovanii komponentov UZP mnogopozitsionnykh agregatnykh stankov [On modeling layouts SLM multiposition transfer machines]. *Visnik Natsionalnogo tehnicheskogo univ'ersiteta «HPI»*. [Bulletin of the Kharkov State Polytechnic University "KhPI". Series: Machine building technology] – Kharkiv, NTU «KhPI» Publ. – 2003. – no.6. – pp.148-152.
7. Permyakov A.A., Timofeev Y.V., Yakovenko I.E. Optimizatsiya proektirovaniya i proizvodstva UZP na osnove unifikatsii komponentovnykh resheniy [Optimization of the design and production of SPDs on the basis of unification of layout solutions]. *Vestnik HGPU* [Bulletin of the Kharkov State Polytechnic University]. – Kharkov, HGPU Publ. - 2000. – no.110. - pp.70-74.
8. Karpus V. E. Universalno-sbornyye perenalzhivaemye prispособleniya [Modular adjustable fixtures]. *Vestnik mashinostroeniya*, 2008, no. 11, pp. 46–50.
9. Karpus V.E., Ivanov V. A. Universal-composite adjustable machine-tool attachments. *Russian Engineering Research*, 2008, Vol. 28, No. 11, pp. 1077–1083.
10. Klassifikator ESKD. Illyustrirovannyiy opredelitel detaley [Qualifier ESKD. Illustrated Manual of the details]. Moscow, Izdatelstvo standartov Publ., 1977. – 257p.
11. Terehov M.A, Yakovenko I.E. K voprosu unifikatsii ustanovochno – zazhimnykh prispособleniy v seriynom proizvodstve. [On the issue of unification of the mounting - clamping in serial production]. *Materialy VIII Un'iversitetska naukovopraktichna studentska konferentsiya magistrantiv Natsionalnogo tehnicheskogo univ'ersitetu «Harkivskiy politehnikhnyi Institut» (22–24 kvitnya 2014 roku: u 3-h ch. – Ch.1 )* [Abstracts of the VIII University students science-practice conference NTU "KhPI", Part 1 (April, 22-24, 2014 – Kharkov), Kharkov, NTU «KhPI» Publ., 2014, p.112.

Поступила (received) 12.11.15

## Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**До питання про уніфікацію настановно-затискних пристроїв агрегатованого обладнання./ О. А. Пермяков, І. Е. Яковенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 33 (1205). – С. 38–42. – Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2079-004X.**

**К вопросу об унификации установочно зажимных приспособлений агрегатированного оборудования/ А.А. Пермяков, И.Э. Яковенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 33 (1205). – С. 38–42. – Библиогр.: 11 назв. – ISSN 2079-004X.**

**About the question of the unification of clamping setting fixtures for aggregate equipment / А. А. Permyakov, I.E. Yakovenko // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Techniques in a machine industry. – Kharkov: NTU "KhPI", 2016. – No. 33 (1205). – P.38–42. – Bibliogr.: 11. – ISSN 2079-004X.**

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Пермяков Олександр Анатольович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Технологія машинобудування та металорізальні верстати» НТУ «ХПІ», м. Харків; тел.: (057) 720-66-25; e-mail: perm\_a@i.ua.

**Пермяков Александр Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения и металлорежущих станков» НТУ «ХПІ», г. Харьков; тел.: (057) 720-66-25; e-mail: perm\_a@i.ua.

**Permyakov Alexandr Anatolievich** – Doctor of Technical Sciences, Full PhD, Professor, Head of the Department "Technology of mechanical engineering and metal-cutting machines" NTU "KhPI", Kharkiv; tel.: (057) 720-66-25; e-mail: perm\_a@i.ua.

**Яковенко Ігор Едуардович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологія машинобудування та металорізальні верстати» НТУ «ХПІ», м. Харків; тел.: (057) 720-66-25; e-mail: igor.dych59@gmail.com.

**Яковенко Игорь Эдуардович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения и металлорежущие станки» НТУ «ХПІ», г. Харьков; тел.: (057) 720-66-25; e-mail: igor.dych59@gmail.com.

**Yakovenko Igor Eduardovich**. - Candidate of Technical Sciences, PhD, Associate Professor of the Department "Technology of mechanical engineering and metal-cutting machines" NTU "KhPI", Kharkiv; tel.: (057) 720-66-25; e-mail: igor.dych59@gmail.com.