

УДК 621.01

А. М. Пашкевич, М. Ф. Пашкевич, А. В. Капитонов

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ

UDC 621.01

A. M. Pashkevich, M. F. Pashkevich, A. V. Kapitonov

TOOLS FOR FINISHING CYLINDRICAL SURFACES, ESTIMATION OF ACCURACY AND QUALITY OF MACHINING

Аннотация

Рассмотрены инструменты для отделочной обработки цилиндрических поверхностей и средства оценки точности и качества обработки.

Ключевые слова:

инструменты для отделочной обработки, цилиндрические поверхности, средства контроля точности и качества обработанных деталей.

Abstract

Tools for finishing cylindrical surfaces and means for evaluating accuracy and quality of machining are considered.

Key words:

tools for finishing, cylindrical surfaces, means for controlling accuracy and quality of machined parts.

Введение

На кафедре «Технология машиностроения» разработан ряд устройств, служащих для отделочной обработки цилиндрических поверхностей. К этим устройствам относится раскатник отверстий малой длины, инструмент для упрочняющей обработки выглаживанием внутренних поверхностей гидроцилиндров, устройство для упрочняющей обработки выглаживанием наружных цилиндрических поверхностей. Для оценки и качества обработанных поверхностей созданы автоматизированная система контроля точности изготовления цилиндрических деталей (кругломер) и автоматизированный комплекс профилометр-профилограф-кругломер. Практическое использование этих устройств

показало их высокую эффективность и целесообразность применения.

Раскатник для обработки отверстий малой длины

На рис. 1 представлен раскатник отверстий малой длины, а также обработанное отверстие во втулке и чертеж раскатника.

Техническая характеристика раскатника: габаритные размеры $L \times D \times D_{\max} = 130 \times 50 \times 90$ мм; передаточное отношение привода $U = 5$; обрабатываемый диаметр отверстия 20...150 мм; назначение – упрочняющая обработка выглаживанием внутренних поверхностей точных отверстий вместо хонингования.

Преимущества раскатника: высо-

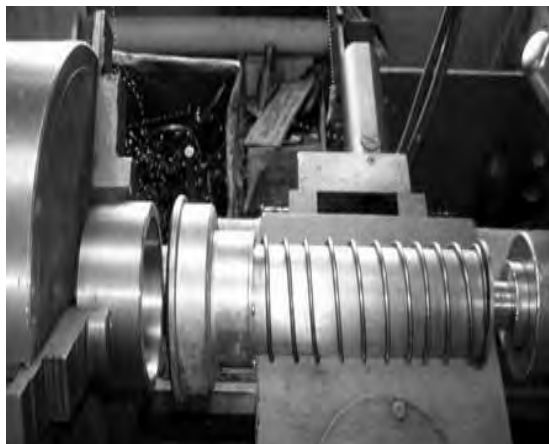


кая производительность; получение регулярного и регулируемого микро-рельефа; необходимость лишь в продольном перемещении инструмента (не требуется привод осцилляции).

На чертеже раскатника цифрами обозначены: 1 – хвостовик для закрепления в задней бабке токарного станка;

2 – крышка сепаратора; 3 – деформирующие шары; 4 – сепаратор; 5 – корпус раскатника; 6 – кольцо; 7 – упорные шарики; 8 – пружина; 9 – втулка; 10 – шарики-шпонки качения; 11 – кольцо для передачи вращения от обрабатываемой детали.

а)



б)



в)

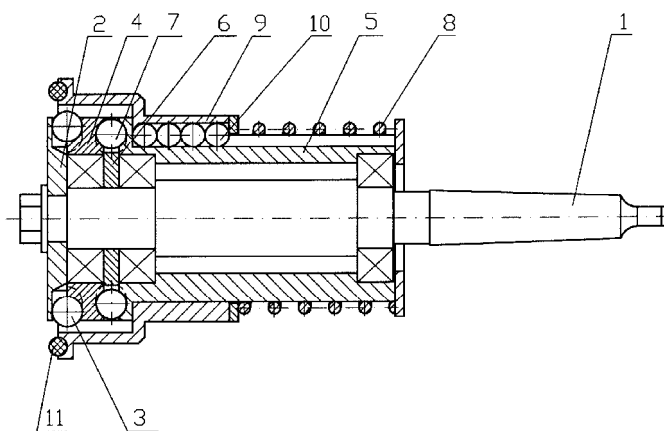


Рис. 1. Раскатник отверстий малой длины (а). Обработанное отверстие во втулке (б). Чертеж раскатника (в)

Устройство раскатника и принцип его работы состоят в следующем.

Раскатка отверстий малой длины производится на токарном станке. При этом раскатник закрепляется своим хвостовиком 1 в пиноли задней бабки станка. Крышка 2 удерживает деформирующие шары 3 от выпадения из сво-

их гнезд. Промежуточное звено 4 удерживает шарики 3 в определенном положении. Наружный диаметр шариков 3 и средний диаметр желобов для шариков на звене 4 определяет диаметр обрабатываемого отверстия с учетом требуемого натяга. На правой стороне звена 4 выполнена круговая дорожка для



шариков, которая является элементом упорного подшипника. Вторым элементом этого подшипника служит корпус 5 подшипникового узла, на левом торце которого также выполнена беговая дорожка для шариков 7. Натяг в подшипниковом узле обеспечивается толщиной сепаратора 6. Пружина 8 при своем сжатии в зависимости от длины обрабатываемого отверстия обеспечивает перемещение приводной втулки 9 относительно корпуса 5 на шпонке качения с шариками 10. На левом торце приводной втулки 9 закреплено кольцо 11, при помощи которого передается вращение от детали на корпус раскатника и, как следствие, на планетарное вращение

деформирующих шариков 3, обеспечивающих обработку отверстия.

Следует отметить, что обработка ведется посредством вращения самой детали и самостоятельного привода для инструмента не требуется. Длина обрабатываемого отверстия определяется величиной сжатия пружины 8.

Раскатник для обработки отверстий большой длины

На рис. 2 представлен инструмент для упрочняющей обработки выглаживанием внутренних поверхностей гидроцилиндров большой длины вместо хонингования.

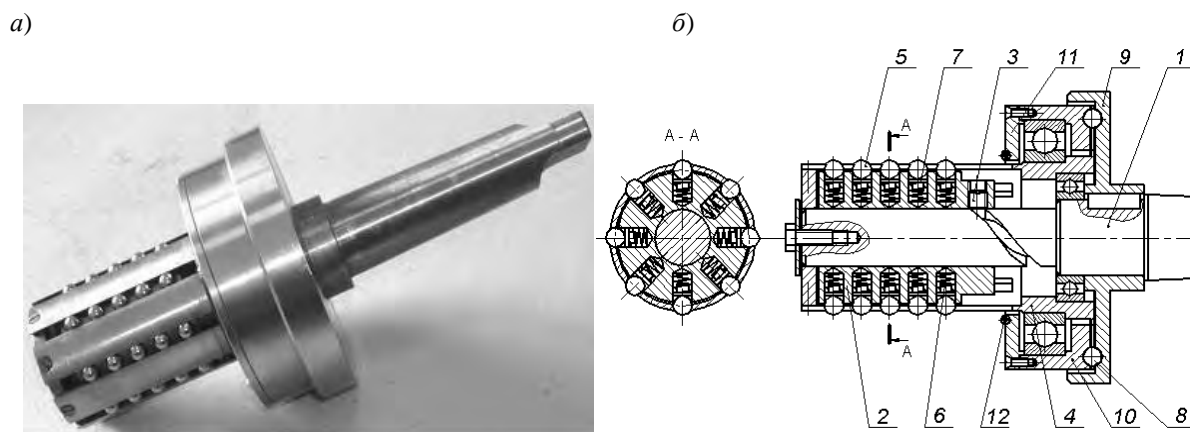


Рис. 2. Инструмент для упрочняющей обработки выглаживанием внутренних поверхностей гидроцилиндров (а). Чертеж инструмента (б)

Техническая характеристика инструмента: габаритные размеры $L \times D \times D_{\max} = 130 \times 50 \times 90$ мм; передаточное отношение привода $U = 5$; обрабатываемый диаметр отверстия 20...150 мм.

Преимущества инструмента: высокая производительность; получение регулярного и регулируемого микро-рельефа; не требуются привод осцилляции (это обеспечивается самим устройством инструмента) и продольная подача.

На чертеже инструмента цифрами обозначены: 1 – хвостовик для закрепления в задней бабке токарного станка;

2 – втулка с подпружиненными выглаживающими шариками; 3 – штырь для перемещения втулки с выглаживающими шариками по замкнутой цилиндрической канавке; 4 – втулка-сепаратор редуцирующего узла с продольными пазами для выглаживающих шариков; 5 – выглаживающие шарики; 6 – пружины для выглаживающих шариков; 7 – опоры для выглаживающих шариков; 8 – редуцирующий узел; 9 – неподвижное звено редуцирующего узла; 10 – вращающееся звено редуцирующего узла; 11 – приводная крышка инструмента; 12 – эластичное кольцо, пе-

редающее вращение инструменту от вращающейся детали.

Устройство раскатника и принцип его работы состоят в следующем.

Раскатка отверстий относительно большой длины производится на токарном станке. Хвостовиком 1 раскатник закрепляется в задней бабке токарного станка. Втулка 2 снабжена подпружиненными выглаживающими шариками, натяг которых определяется жесткостью пружин в зависимости от требуемых параметров обработки. Штырь 3 служит для перемещения втулки 2 по замкнутой цилиндрической канавке, определяющей величину осевого перемещения шариков. Втулка 4 снабжена продольными пазами для осевого перемещения выглаживающих шариков 5, пружины 6 обеспечены опорами 7. Упорный подшипник 8 служит для восприятия осевых нагрузок, возникающих при продольном перемещении шариков вдоль оси инструмента. Крышка упорного подшипника 9 является его наружным кольцом, воспринимающим осевую нагрузку при движении выглаживающих шариков вправо. Кольцо 10 упорного подшипника воспринимает осевую нагрузку при движении выглаживающих шариков влево. Приводная крышка инструмента 11 снабжена эластичным кольцом 12, передающим вращение от детали к инструменту.

При обработке заготовки гидроцилиндра ей сообщают вращение со скоростью главного рабочего движения. Вращающий момент заготовки к звену 10 редуцирующего узла, подробно описанного в [1], передается посредством фрикционного кольца 12. Редуцированная частота вращения сообщается звену 10 редуцирующего узла и жестко связанному с ним сепаратору 4. Частота вращения сепаратора 4 отличается от частоты вращения обрабатываемой заготовки и определяется передаточным отношением редуцирующего узла. В продольных пазах сепаратора 4

установлены деформирующие шарики 5, частично утопленные в радиальных отверстиях направляющей втулки 2. Пружины 6 обеспечивают силовое взаимодействие деформирующих шариков с обрабатываемой поверхностью. Направляющая втулка 2 вращается с частотой вращения сепаратора 4, а палец 3, связывающий направляющую втулку с пазовым кулачком оправки 1, сообщает ей осциллирующее движение, перемещаясь при вращении направляющей втулки 2 по пазовому кулачку неподвижной оправки 1. Таким образом, сепаратор 4 при обработке заготовки вращается совместно с шариками 5, а шарики, в свою очередь, совершают совместно с направляющей втулкой 2 осциллирующее движение вдоль образующей заготовки, производя ее выглаживание.

Частоты вращения заготовки и сепаратора 4 различные, поэтому возможны сочетания, когда шарики 5 будут повторять свои траектории на обрабатываемой поверхности при каждом новом обороте заготовки или через несколько ее оборотов. Следовательно, обработка поверхности при отсутствии продольной подачи инструмента окажется не сплошной.

Вместе с тем следует отметить, что при определенных сочетаниях количества периодов пазовых кулачков на звеньях 9 и 10 редуцирующего узла и на оправке 1 повторение деформирующими шариками своих траекторий будет происходить после определенного количества оборотов заготовки, а до того каждый последующий оборот заготовки будет сопровождаться фазовым смещением этих траекторий. Таким образом, чем большим количеством следов обработки, оставленных шариками до их наложения, будет покрыта обрабатываемая поверхность, тем лучшее качество этой поверхности будет достигнуто.

Для анализа сетки следов, оставленных на обрабатываемой поверхности одним шариком, построим развертку

этих следов при вращении заготовки, т. е. при достаточно большом количестве ее оборотов, превышающем число периодов используемых кулачков.

На рис. 3 представлены результаты построения разверток за 30 оборотов заготовки в зависимости от характеристики инструмента.

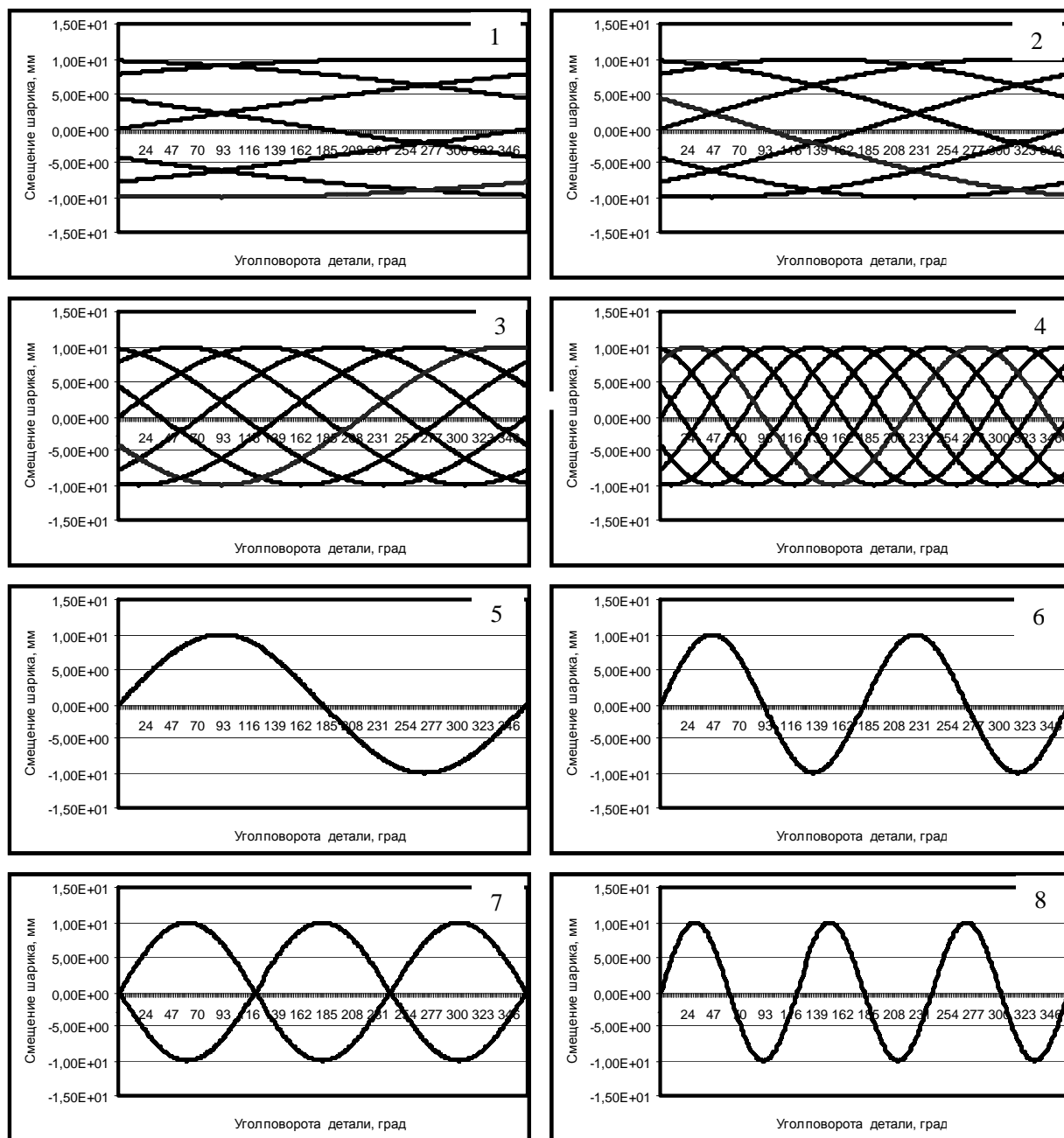


Рис. 3. Сетки следов одного шарика на обрабатываемой поверхности после 30 оборотов заготовки: 1 – $z_1 = 1, z_2 = 7, z_3 = 1$; 2 – $z_1 = 1, z_2 = 7, z_3 = 2$; 3 – $z_1 = 5, z_2 = 7, z_3 = 1$; 4 – $z_1 = 5, z_2 = 7, z_3 = 2$; 5 – $z_1 = 6, z_2 = 6, z_3 = 1$; 6 – $z_1 = 6, z_2 = 6, z_3 = 2$; 7 – $z_1 = 6, z_2 = 4, z_3 = 1$; 8 – $z_1 = 6, z_2 = 4, z_3 = 2$



Рассматривая характер расположения следов обработки, можно дать следующую рекомендацию по выбору чисел периодов пазовых кулачков осциллирующего выглаживателя. Для качественной обработки отверстий осциллирующим инструментом без осевой подачи необходимо при его проектировании обеспечить, по возможности, большие значения чисел периодов применяемых пазовых кулачков, исключив при этом кратные или имеющие общий делитель значения.

Устройство для обработки выглаживанием валов

Устройство, представленное на рис. 4, предназначено для обработки валов тонким пластическим деформированием.

а)



б)



Рис. 4. Устройство для упрочняющей обработки выглаживанием наружных поверхностей валов (а). Фотография обработанной детали (б)

Устройства для контроля точности изготовления деталей

Устройства для контроля точности изготовления деталей основаны на применении современных средств измерения и ЭВМ, выполняющих обработку информации, полученной от соответствующих датчиков.

Так, на рис. 5 представлена автоматизированная система для контроля круглости валов и отверстий, а также прямолинейности их образующих. В этой системе используются соответствующие датчики и программный комплекс для ЭВМ. Этот программный комплекс обеспечивает не только обработку цифровой информации, но и ее

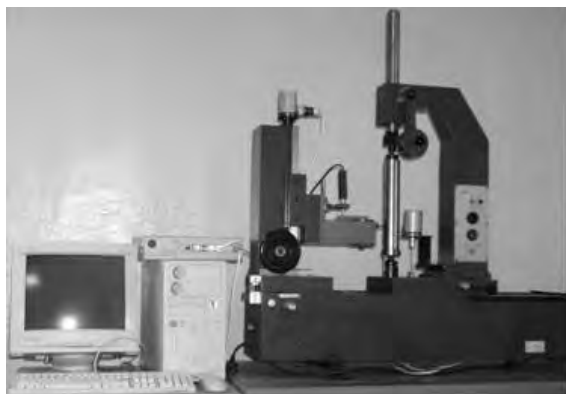


графическое представление.

При графическом представлении результатов измерений используются

программы из Office Microsoft или специально разработанные для этой цели программы.

а)



б)

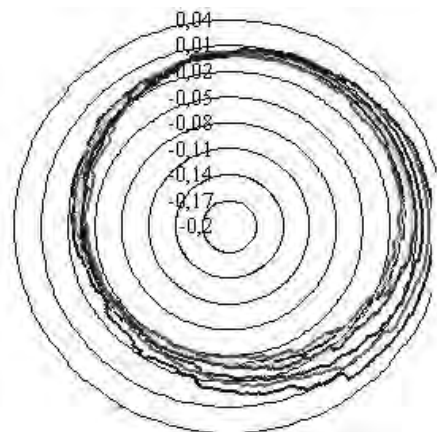


Рис. 5. Автоматизированная система контроля точности изготовления цилиндрических деталей (а), профилограммы круглости в различных сечениях вала (б)

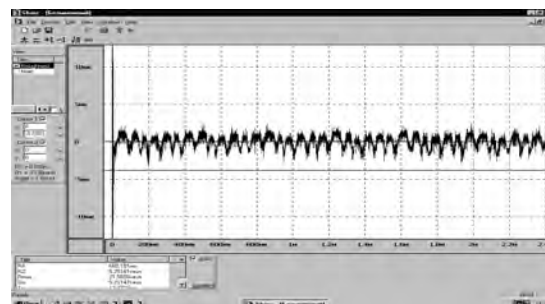
На рис. 6 приведен профилометр-профилограф-кругломер – автоматизи-

рованный комплекс, который выполняет три различные функции.

а)



б)



в)

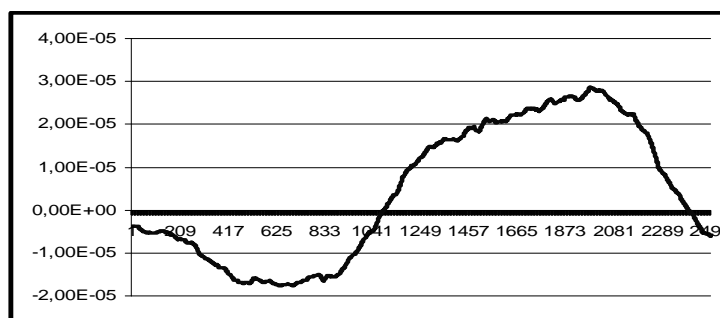


Рис. 6. Профилометр-профилограф-кругломер (а), измеренная шероховатость (б), измеренная круглость (в)



В качестве датчика для профилометрии и профилографирования используется такой же датчик, как и в профилометре модели 201. Оценка круглости ведется при вращении детали в центрах, а отсчет угла поворота осуществляется соответствующим датчиком. Основанием служит лабораторный столик, на котором закреплены центры и детали старого профилометра. Полученная информация не только обрабатывается в цифровом варианте, но и представляется графически.

Заключение

Представлены разработки, выполненные на кафедре «Технология машиностроения». Ранее они не были опубликованы и к опубликованию не представлялись.

По каждому из содержащихся в

статье новых устройств и средств контроля точности изготовления деталей и контроля точности механических передач в сборе приведены методики расчета и выбора параметров на основе установления геометрических связей. При этом использованы результаты компьютерного моделирования, а также отдельные прочностные расчеты.

Обработка результатов исследований проводилась при помощи ЭВМ с применением либо специальных программ, либо известных компьютерных программ, которые входят в состав Office Microsoft.

Все разработки изготовлены и нашли эффективное применение в учебном процессе кафедры, а также при проведении научных исследований в рамках выполняемых НИР и подготовке кандидатских диссертаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пашкевич, М. Ф.** Планетарные шариковые и роликовые редукторы и их испытания: монография / М. Ф. Пашкевич, В. В. Геращенко. – Минск : БелНИИНТИ, 1992. – 248 с.

Статья сдана в редакцию 18 октября 2017 года

Александр Михайлович Пашкевич, канд. техн. наук, Белорусско-Российский университет. Тел.: +375-619-08-12.

Михаил Федорович Пашкевич, д-р техн. наук, проф., Белорусско-Российский университет. Тел.: +375-333-02-22-94.

Александр Валентинович Капитонов, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет. Тел.: +375-298-36-97-41.

Alexandr Mikhailovich Pashkevich, PhD (Engineering), Belarusian-Russian University. Phone: +375-619-08-12.

Mikhail Fedorovich Pashkevich, DSc (Engineering), Prof., Belarusian-Russian University. Phone: +375-333-02-22-94.

Alexandr Valentinovich Kapitonov, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University. Phone: +375-298-36-97-41.

