

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Трехгорный технологический институт



«НАУКА ТТИ НИЯУ МИФИ- 2024»



УНИВЕРСИТЕТ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ



УДК 378(06)
ББК 74.480я54
Н 34

НАУКА ТТИ НИЯУ МИФИ – 2024: Сборник научных трудов. – Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2024 .- 139 с.

Настоящий сборник составлен по итогам научно-исследовательской работы профессорско-преподавательского состава и студентов ТТИ НИЯУ МИФИ, приурочен к 300-летию Российской академии наук. В сборнике рассматриваются современные вопросы науки и практики применения результатов научных исследований. Опубликованный материал адресован тем, кто интересуется данной тематикой.

Все тезисы проходят рецензирование (экспертную оценку) и представлены в авторской редакции.

Статьи получены до 01.05.2024.

Редакционная коллегия:

Улитина Т.И. – к.п.н., доцент, директор ТТИ НИЯУ МИФИ;
Бобылев А.В. – к.т.н., доцент кафедры технологии машиностроения;
Вовденко К.П. – к.т.н., зав. кафедры приборостроения, конструирования и технологии электронных средств;
Дерябин И.П. – д.т.н., профессор кафедры приборостроения, конструирования и технологии электронных средств;
Токарев А.С. – к.т.н., доцент кафедры технологии машиностроения;
Козлов А.В. – д.т.н., профессор кафедры технологии машиностроения;
Захарова О.О. – к.п.н., доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин;
Леонтьева А.А. – к.и.н., зав. кафедрой гуманитарных и социально-экономических дисциплин;
Лобанов В.С. – к.э.н., доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин;
Миронова И.Н. – к.т.н., доцент кафедры приборостроения, конструирования и технологии электронных средств;
Тутушкина В.Г. – к.п.н., доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин.

ISBN 978-5-7262-3065-8

© ТТИ НИЯУ МИФИ, 2024
© Авторы публикаций, 2024

СОВРЕМЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621

Проектирование гибкой производственной системы обработки деталей типа «Вал»

*Токарев Артем Сергеевич, Блохин Михаил Алексеевич,
Миниханова Дарья Антоновна*

*Трехгорный технологический институт – филиал
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ), Трехгорный*

tokarev_a_s91@mail.ru, blohin_misha@mail.ru, minihanova_dasha@mail.ru

В данной статье рассмотрен вопрос актуальности автоматизации технологических процессов на производстве, предложен вариант гибкой производственной системы для обработки типовой детали «Вал».

Ключевые слова: автоматизация, гибкий производственный модуль, эффективность производственного процесса, роботизированные комплексы, гибкая производственная система.

Designing of a Flexible Production System for Processing the Shaft-Type Parts

*Tokarev Artyom Sergeevich, Blokhin Mikhail Alekseevich,
Minikhanova Darya Antonovna*

*Tryokhgorny Technological Institute, a branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgorny*

In this article the issue of the relevance of technological processes automation at production site is considered, the variant of a flexible production system for processing a sample part "Shaft" is proposed.

Keywords: automation, flexible production module, production process efficiency, robotic complexes, flexible production system.

Важной особенностью сегодняшнего производства, направленного на удовлетворение все возрастающих запросов потребителей, является рост числа мелких серий обрабатываемых деталей и увеличение их разнообразия, что вызывает необходимость в частой переналадке технологического оборудования. Поэтому в настоящее время наряду с традиционными требованиями (высокой производительности, точности и надежности) к оборудованию предъявляют новое требование – гибкость, переналаживаемость в минимально возможное время. Этому требованию удовлетворяет оборудование с ЧПУ, объединенное в гибкие производственные системы, предназначенные для комплексной обработки различных деталей. Автоматизация производства актуальна из-за ряда преимуществ. Во-первых, автоматизация позволяет повысить производительность и эффективность производственного процесса, сократить затраты на рабочую силу и сократить временные издержки. Во-вторых, автоматизация улучшает качество продукции, так как она позволяет минимизировать человеческий фактор и исключить ошибки, связанные с ним.

Кроме того, автоматизация позволяет улучшить условия труда сотрудников, снизить риск травм и утомления. Все эти преимущества делают автоматизацию производства актуальной и востребованной в современном мире, где требования к качеству и скорости производства постоянно растут.

В ходе работы были рассмотрены несколько видов гибких производственных систем для токарной обработки.

На рисунке 1 представлен типовой ГПМ. Данный ГПМ состоит из двух токарных станков 7 с ЧПУ и обслуживающего эти станки промышленного робота портального типа. Каретка 1 с установленной на ней механической рукой 2 перемещается по направляющим портала 5, смонтированного на колоннах 6. Рука 2 манипулятора двухзвенная и состоит из плечевого и локтевого рычажно-шарнирных механизмов. На базирующем фланце конечного звена руки установлен механизм головки (кисти) 3 с захватным устройством 4. Манипулятор имеет четыре степени подвижности: перемещение каретки по portalу, поворот руки в плечевом шарнире, поворот руки в локтевом шарнире, поворот кисти вокруг своей оси на угол 90° или 180° . Кроме того, для зажима и разжима деталей предусмотрено движение губок схвата. В состав гибкой производственной системы для токарной обработки помимо основного технологического оборудования (станков 7 и обслуживающего их робота) входят вспомогательные накопительные устройства 8 для установки в них в ориентированном положении заготовок и обработанных деталей, также находящихся в рабочей зоне манипулятора, и ограждение.

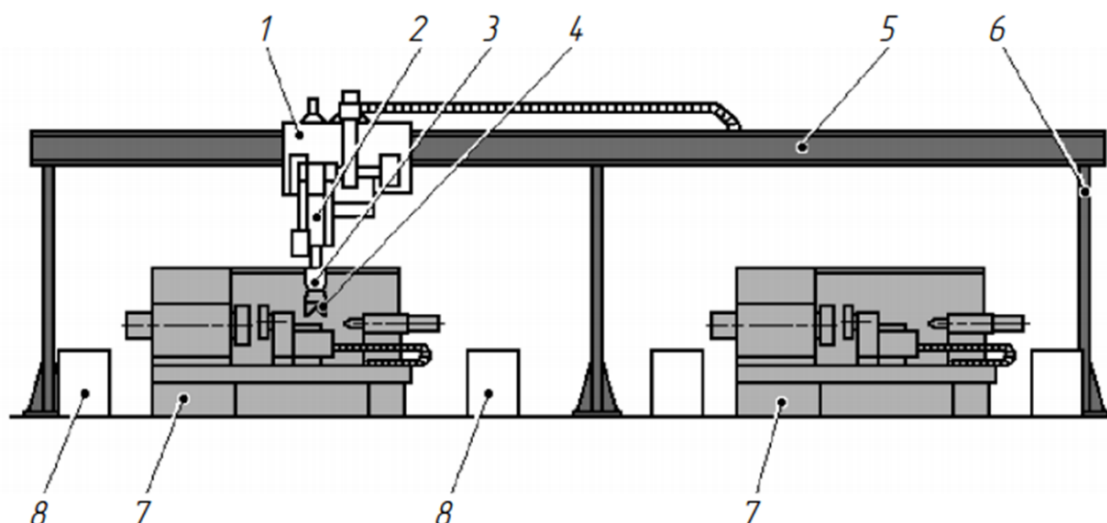


Рисунок 1 – ГПМ токарного типа

Весьма распространенным является ГПМ для токарной обработки с напольным роботом. Робот имеет одну горизонтальную выдвигную руку и вертикальную колонну, вокруг оси которой рука поворачивается. На рисунке 2 приведена схема ГПМ, состоящего из токарного станка 6, обслуживающего его универсального промышленного робота 2 и транспортно-накопительного устройства 1 для заготовок и обработанных деталей. Рабочая зона робота охватывает загрузочные и разгрузочные позиции транспортера-накопителя, зону обработки на станке, примыкающую к его шпинделю, контрольно-измерительную позицию специального автоматического устройства.

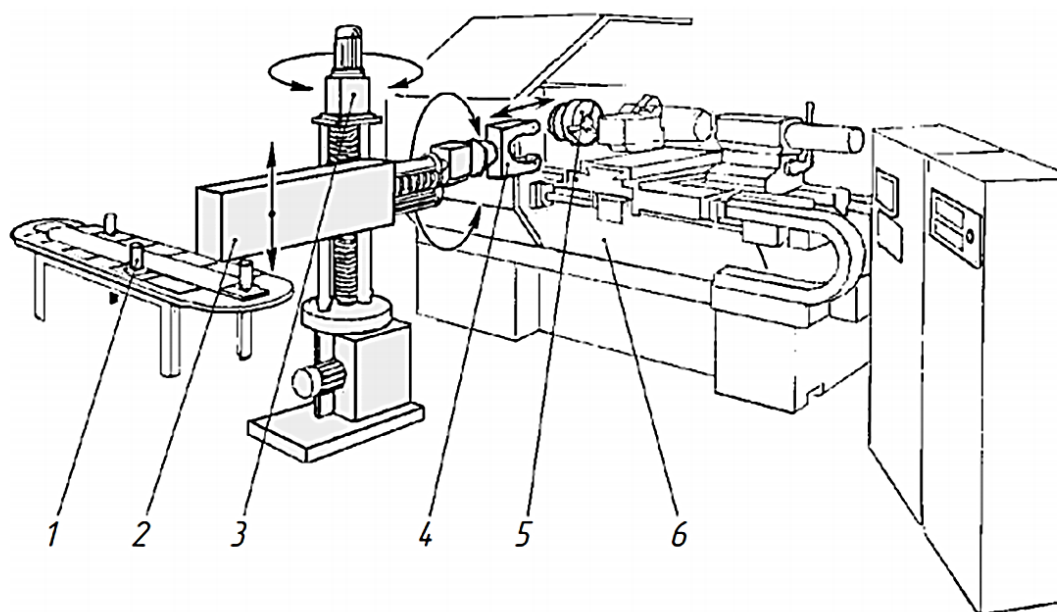


Рисунок 2 – ГПМ с роботом напольного типа

Проанализировав преимущества и недостатки уже имеющихся систем, был предложен вариант гибкой производственной системы для автоматизации обработки детали типа «Вал».

Создана 3D-модель и визуализация работы гибкой производственной системы. Наглядно модель представлена на рисунке 3.

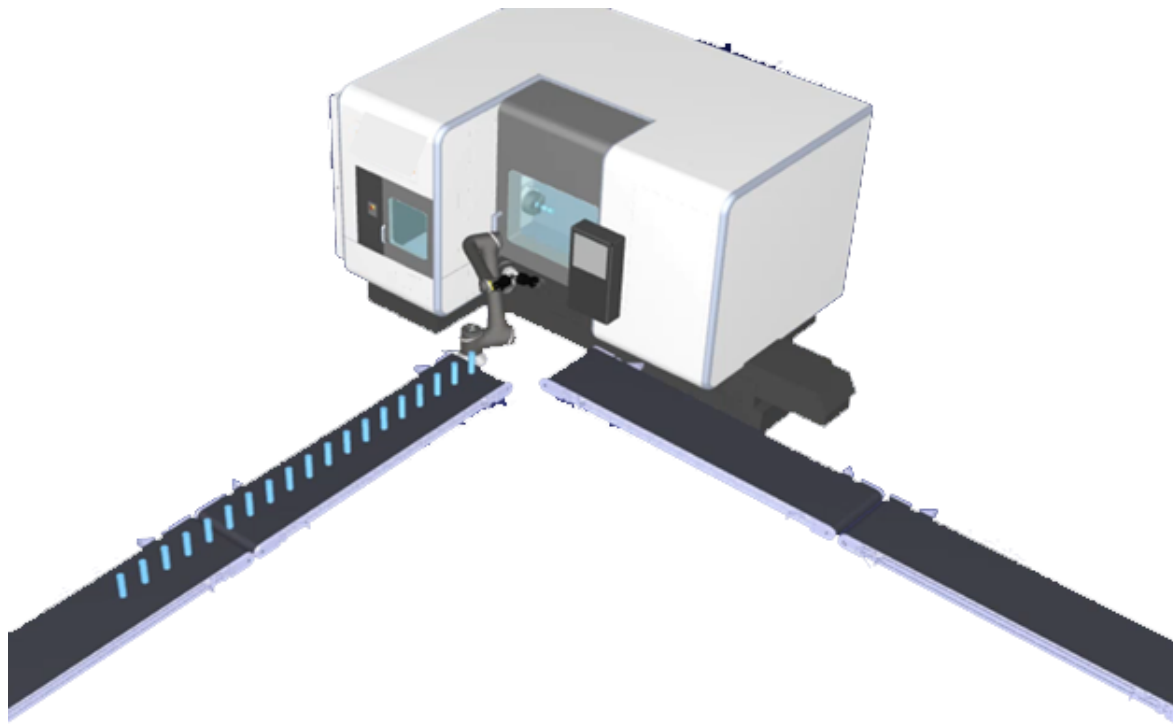


Рисунок 3 – 3D-модель ГПС

Автоматизация позволяет более рационально использовать не только производственные, но и человеческие ресурсы: работник освобожден от необходимости выполнять трудоемкие и однотипные операции, он осуществляет функции по мониторингу, управлению и контролю. Автоматизация на производстве становится главной причиной роста производительности труда, снижения затрат и улучшения качества продукции. Такая система окупается в сжатые сроки, поскольку приносит выразительный экономический эффект.

Список использованных источников:

1. Борисенко, Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учеб. пособие / Л. А. Борисенко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. – 285 с.
2. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы [Текст]: справочник / Ю. Г. Козырев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.

3. Козырев. Ю. Г. Применение промышленных роботов [Текст]: учеб. пособие / Ю. Г. Козырев. – М.: КНОРУС, 2013. – 488 с.
4. Козырев. Ю. Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов [Текст]: учеб. пособие / Ю. Г. Козырев. – М.: КНОРУС, 2011. – 312 с.
5. Егоров, О. Д. Конструирование механизмов роботов [Текст]: учебник/ О. Д. Егоров. – М.: Абрис, 2012. – 444 с.

УДК 621

**Исследование формообразования отверстий
двухлезвийными спиральными сверлами при засверливании
в поверхность под углом**

*Токарев Артем Сергеевич, Блохин Михаил Алексеевич,
Миниханова Дарья Антоновна*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

tokarev_a_s91@mail.ru, blohin_misha@mail.ru, minihanova_dasha@mail.ru

В данной статье рассматривается процесс формообразования отверстий при обработке цилиндрическими двухлезвийными сверлами. В основу исследования положен метод срезаемых сечений, с учетом осевого смещения вершин режущих кромок и различия главных углов в плане.

Ключевые слова: двухлезвийные сверла, главный угол в плане, процесс формообразования, сверление, площадь срезаемых сечений припуска, осевое смещение

The Investigation of the Formation of Holes by Double-Bladed Spiral Drills when Drilling into the Surface at an Angle

*Tokarev Artyom Sergeevich, Blokhin Mikhail Alekseevich,
Minikhanova Darya Antonovna*

*Tryokhgorny Technological Institute, a branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgorny*

This article discusses the process of forming holes during processing with cylindrical two-blade drills. The study is based on the method of cut sections, considering the axial displacement of the cutting bits and the differences in the main angles in the plan.

Keywords: two-blade drills, the main angle in the plan, the formation process, drilling, the area of the cut sections of the allowance, axial displacement.

На точность обработки лезвийным инструментом основное влияние оказывает увод оси отверстия. Поэтому необходимо найти методику определения увода оси отверстия. В данной работе рассматривается операция сверления отверстий двухлезвийными цилиндрическими спиральными сверлами при засверливании в неровную поверхность. В ходе исследования используется методика определения фактических площадей срезаемых сечений припуска каждым лезвием. При построении учитывались такие факторы: осевое смещение вершин режущих кромок, различие главных углов в плане и глубина сверления и угол наклона поверхности заготовки, который ранее при построениях не учитывался. Используя методику, разработанную профессором, д.т.н Дерябиным И. П. [1] и усовершенствованную к.т.н. Токаревым А.С. [2] построим схемы формирования площадей срезаемых сечений припуска для сверла диаметром 2 мм. На рисунке 1 представлена схема для сверла диаметром 2 мм при минимальной подаче ($S_{\min}$) в масштабе 50:1 с углом наклона поверхности 25° .

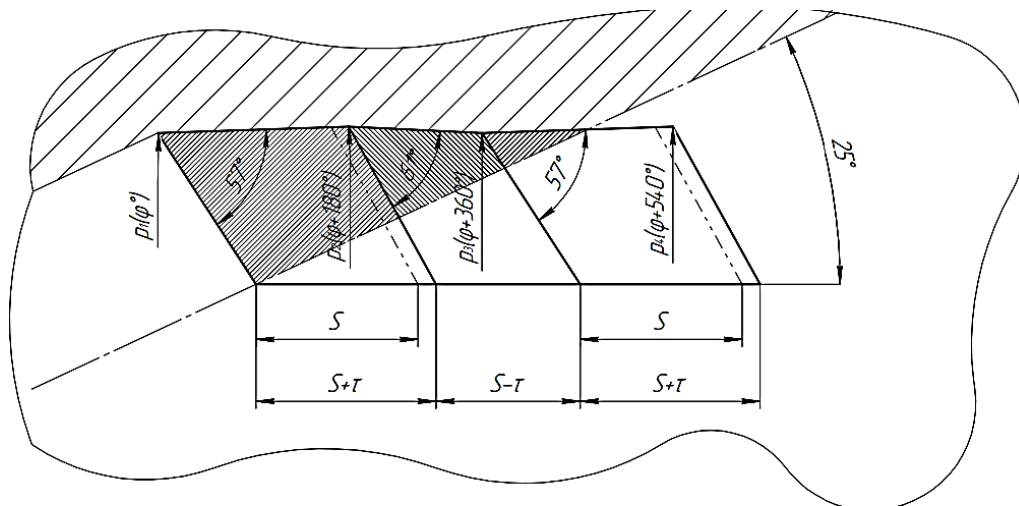


Рисунок 1 – Схема формирования площадей срезаемых сечений припуска для сверла диаметром 2 мм, $S_{\min}$

Рассмотрим более подробно схему формообразования отверстия сверлом диаметром 2 мм при $S_{\min}$, представленную на рисунке 2. 0,01 мм – осевое смещение вершин режущих кромок пластин друг относительно друга τ , так же на основании справочника [2] был выбран диапазон рекомендуемых подач – $S_{\min} = 0,09$ мм/об.

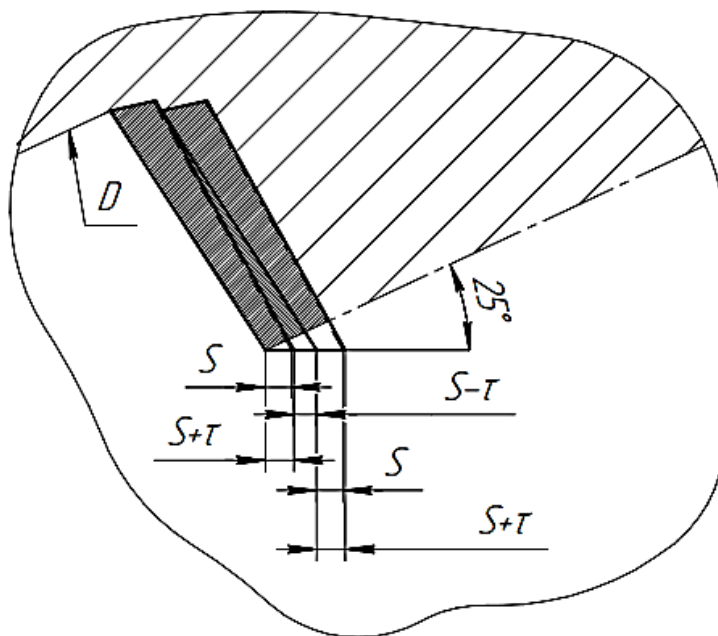


Рисунок 2 – Схема формообразования отверстия сверлом диаметром 2 мм, при $S_{\min}$

На рисунке 3 представлена аналогично представлена схема для сверла диаметром 2 мм при $S_{\max}$ в масштабе 50:1.

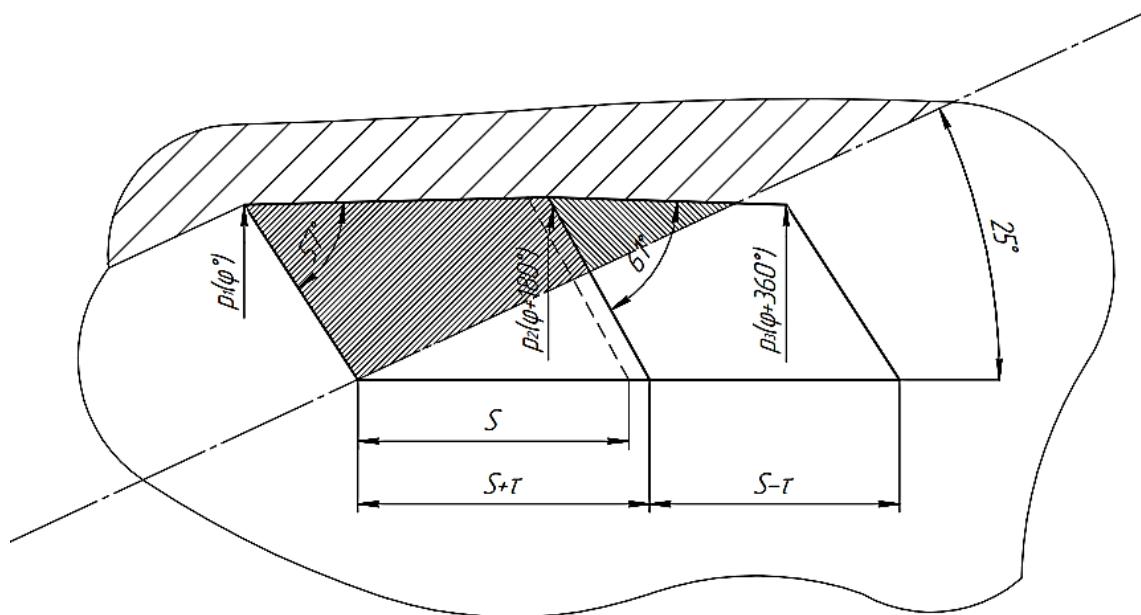


Рисунок 3 – Схема формирования площадей срезаемых сечений припуска для сверла диаметром 2 мм, при $S_{\max}$

На рисунке 4 представлена схема формообразования отверстия сверлом диаметром 2 мм при максимальной подаче ($S_{\max}$)

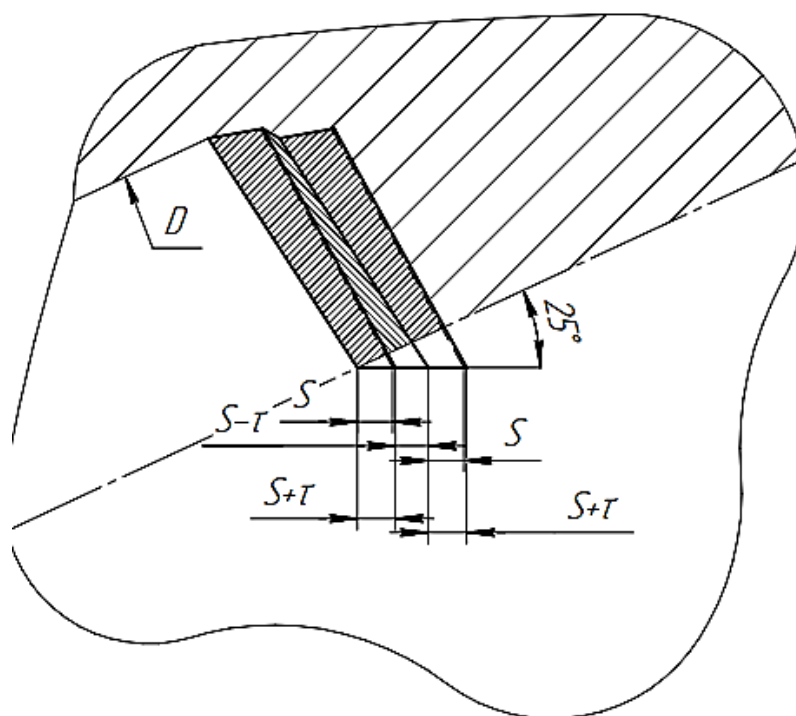


Рисунок 4 – Схема формообразования отверстия сверлом диаметром 2 мм при $S_{\max}$.

Таким образом, в данной работе рассмотрено влияние осевого смещения вершин режущих кромок пластин друг относительно друга τ , погрешности главных углов в плане ϕ и глубины резания на увод оси отверстия при обработке двухлезвийными спиральными сверлами, а также влияние угла наклона поверхности заготовки на величину срезаемого сечения припуска. В программе КОМПАС 3D были измерены площади срезаемых сечений припуска для спирального цилиндрического сверла диаметром 2 мм. Проведено сравнение величин площади с учётом параметров при засверливании в ровную поверхность заготовки из проведенных ранее исследований и площади с учётом параметров при засверливании в неровную поверхность заготовки. [4] Результаты измерений сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерения площадей срезаемых сечений припуска

Значение главных углов в плане	При максимальной подаче ($S_{\max}$)		При минимальной подаче ($S_{\min}$)	
	57°	61°	57°	61°
Площадь с учётом параметров при засверливании в ровную поверхность заготовки	0,154809 мм ²	0,076930 мм ²	0,120543 мм ²	0,042386 мм ²
Площадь с учётом параметров при засверливании в неровную поверхность заготовки	0,151177 мм ²	0,059453 мм ²	0,118690 мм ²	0,029606 мм ²
Разница площадей с учетом параметров и без, %	2,40	29,40	1,56	43,17

Опираясь на полученные значения, можно сделать вывод, что угол наклона поверхности заготовки также целесообразно учитывать при построении.

Список использованных источников:

1. Дерябин И.П. Методология параметрического проектирования многопереходной обработки круглых отверстий концевыми мерными инструментами: Автореф. дис. на соискание учен. степени докт. техн. наук: спец. 05.02.08 «Технология машиностроения» / И.П. Дерябин; – Челябинск. 2009 г
2. Дерябин, И.П. Экспериментальное определение увода оси отверстий при обработке зенкером с МНП / И.П. Дерябин, А.С. Токарев, Б.А. Лопатин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2020. – Т. 12, № 1. – С. 55–62.
3. Токарев А.С. Дерябин И.П. Исследование формообразования отверстий зенкерами с МНП/ И.П. Дерябин, А.С. Токарев // Международная научно-исследовательская конференция «Приоритетные направления современных научных исследований XXI века». Статьи, тезисы докладов – Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – 85–90 с.
4. Токарев, А.С. Исследование формообразования отверстий двухлезвийными сверлами / А.С. Токарев, М.А. Блохин, Д.А. Миниханова // XXIII всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2023». Посвящается 120-летию со дня рождения И. В. Курчатова и 75-летию юбилею ФГУП «ПО «Маяк». – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2023. – 190-193 с.

УДК 621.774

**Оценка изменения толщины стенок при гибке труб
с раскатыванием с использованием высокоточного
измерительного инструмента**

*Иголина Юлия Михайловна, Кузнецов Аркадий Олегович,
Козлов Александр Васильевич*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета "МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

igoninajulia2001@mail.ru, arkadiycuznetsov@yandex.ru, a_kozlov55@mail.ru

В процессе гибки труб с раскатыванием геометрические параметры заготовки претерпевают существенные изменения. Происходит удлинение внешней стенки трубы, уменьшение внутренней стенки и изменение длины боковой стенки изгибаемой трубы. Это приводит к преобразованию формы и исходной толщины стенок трубы в поперечном сечении. В статье рассмотрены вопросы влияния данного метода деформации на толщину стенки деформируемой заготовки. Приведены результаты измерения толщины стенок с использованием высокоточного штангенциркуля.

Ключевые слова: гибка труб, раскатной инструмент, толщина стенки, утонение стенки, высокоточный штангенциркуль.

**Wall Thickness Changes at Pipe Bending with Rolling Evaluation
with a High-Precision Measuring Tool**

Igonina Yulia Mikhailovna, Kuznetsov Arkadiy Olegovich, Kozlov Alexander Vasilyevich

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University "MEPhI", Tryokhgorny*

In the process of bending pipes with rolling the geometric parameters of the work-piece undergo significant changes. Elongation of the outer wall of the pipe, decrease in the inner wall and change of the length of the side wall of the bending pipe take place. This leads

to transformation of the shape and initial thickness of the pipe walls in cross section. The article discusses the influence of this method of deformation on the wall thickness of the deformable workpiece. The results of the measurement of the wall thickness using a high-precision beam-compass are presented.

Keywords: pipes bending, rolling tool, wall thickness, wall thinning, high-precision beam-compass.

Получение гнутых трубных отводов, деформированных в холодном состоянии, – актуальная научно-техническая задача. Основной областью потребления трубных отводов является сфера жилищно-коммунального хозяйства, для которой важны массовость и относительная дешевизна, а также трубопроводы для транспортировки нефти и газа [1]. В России и за рубежом наиболее широко распространены станки для гибки труб с применением дорна [4]. Подобная технология накладывает ограничения на максимальный диаметр и толщину стенки заготовки, так как требуются большие усилия для гибки. Это также приводит к большим габаритам оборудования [5].

С целью усовершенствования процесса гибки труб в холодном состоянии был разработан принципиально новый метод внутреннего раскатывания трубы с одновременным её изгибанием, который позволяет создавать внутри стенок трубы кольцевые пластические зоны, вследствие появления которых происходит резкое уменьшение усилий гибки [2]. Общая схема гибки методом раскатывания представлена на рисунке 1.

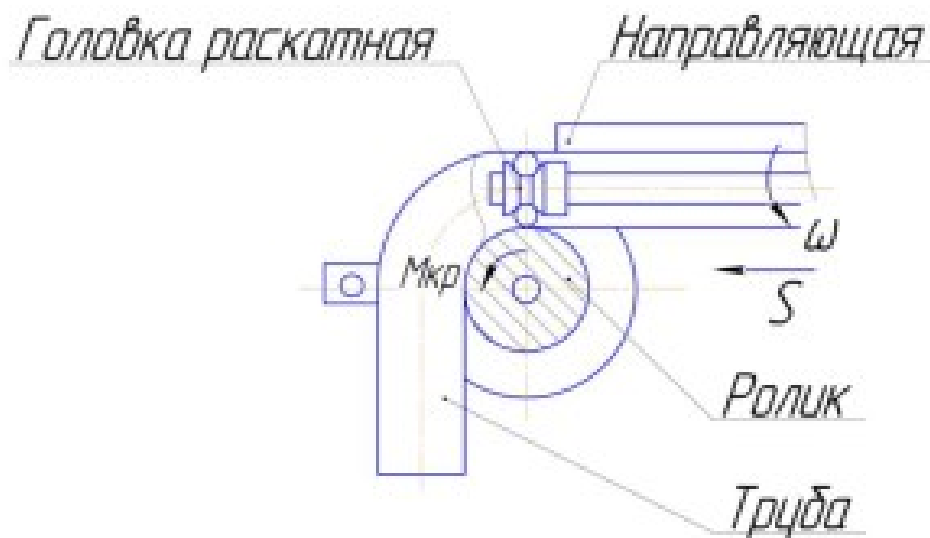


Рисунок 1 – Схема гибки трубы методом раскатывания

Разработанный в ЮУрГУ процесс гибки труб с раскатыванием позволил повысить качество изделий, снизить изгибающие усилия, увеличить плавностьгиба и существенно снизить энергетические и экономические затраты. Данный метод вызывает

существенные изменения геометрических размеров заготовки. При этом наиболее важно контролировать утонение внешней стенкигиба, так как этот параметр является наиболее важным для обеспечения служебного назначения отвода [3].

Для оценки геометрических параметров были изготовлены образцы труб, полученных гибкой раскатыванием. В процессе испытаний была использована труба диаметром 57 мм. Ее характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика трубы

ГОСТ 10705-80	Материал:	Диаметр трубы	Толщина стенки трубы	Овальность трубы	Радиусгиба ($R=2D_{\text{трубы}}$)
Труба сварная прямошовная	Сталь 10 ГОСТ 1050-2013	57 мм	3,0 мм	0,1 мм	100 мм

Фотография образца трубы представлена на рисунке 2.

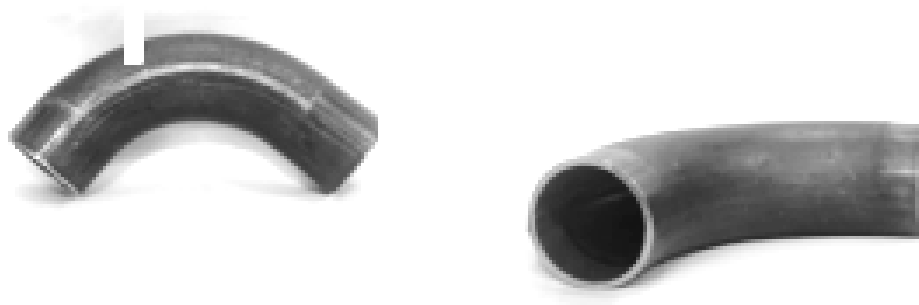


Рисунок 2 – Фотография образца трубы

Для измерения толщины трубы был использован цифровой штангенциркуль ADA Mechanic 150 PRO A00380. Основные характеристики измерительного прибора представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики цифрового штангенциркуля модели ADA Mechanic 150 PRO A00380

Параметр	Значение
1	2
Тип	цифровой
Диапазон измеряемых толщин	от 0 до 150 мм
Наличие глубиномера	да

Окончание таблицы 2

1	2
Источник питания	1 батарея SR44
Точность	± 0.03
Измерение в	мм/дюймы
Вылет губок для внутренних изм.	16 мм
Вылет губок для наружных изм.	40 мм
Материал штанги	сталь
Материал губок	сталь
Измерение внутреннего диаметра	есть

В качестве контрольных точек были выбраны равномерно расположенные по всей длине трубы участки (сечения), представленные на рисунке 3.

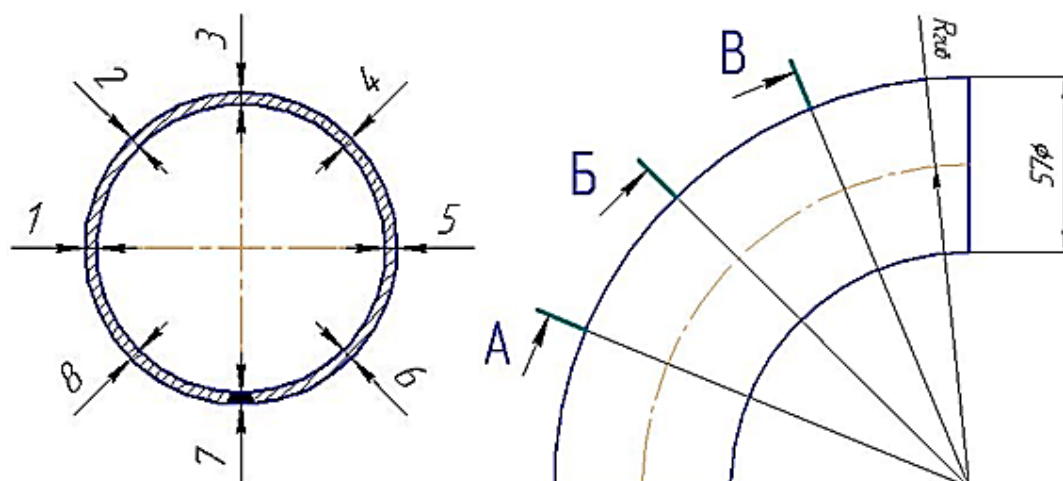


Рисунок 3 – Схема замера толщин стенок изогнутой трубы диаметром 57 мм.

Результаты измерений с помощью цифрового штангенциркуля ADA Mechanic 150 PRO A00380 по выбранным сечениям представлены на рисунках 4 – 6.

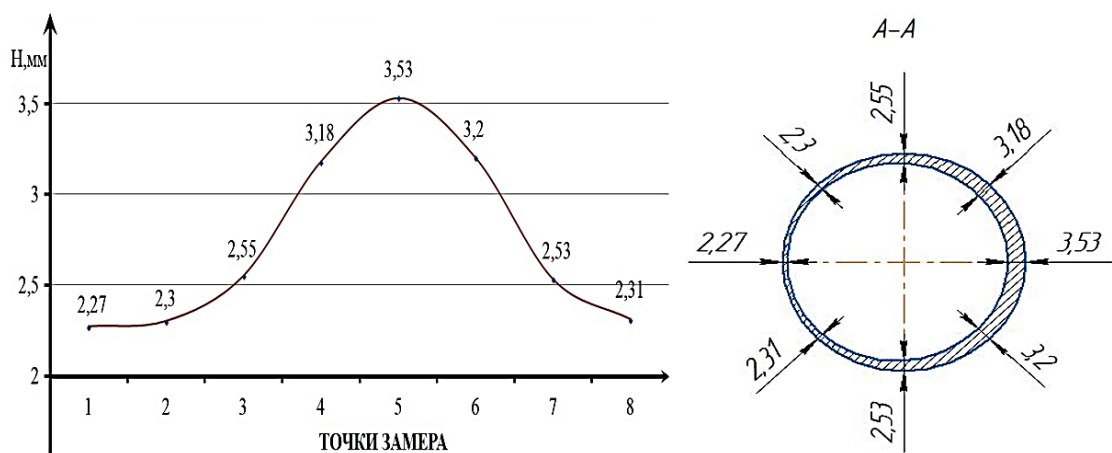


Рисунок 4 – График изменения толщины стенок образца трубы диаметром 57 мм., в сечении А-А

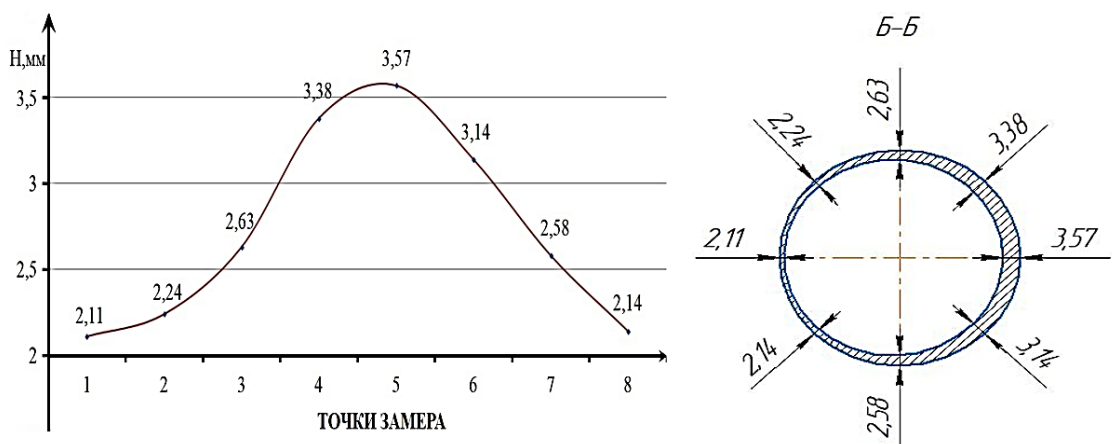


Рисунок 5 – График изменения толщины стенок образца трубы диаметром 57 мм., в сечении Б-Б

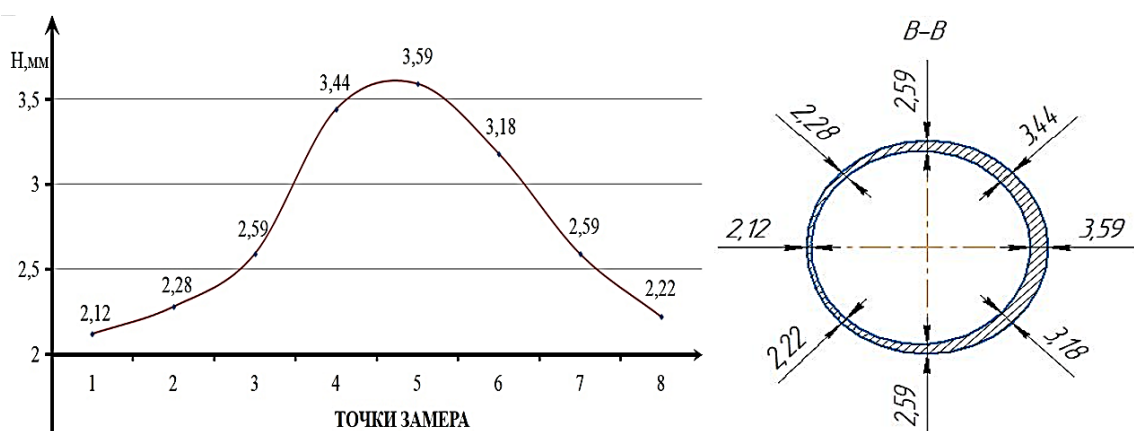


Рисунок 6 – График изменения толщины стенок образца трубы диаметром 57 мм., в сечении В-В

Результаты непосредственного измерения толщины стенок трубы с помощью цифрового штангенциркуля высокой точности имеют следующие диапазоны: минимальная толщина наружной стенки – 2,27...2,3 мм, средней стенки – 2,53...2,55 мм и внутренней – 3,2...3,53 мм.

Результаты оценки толщины стенок данным методом показал, что максимальное утолщение стенки составило 20% от номинальной, а максимальное утонение стенки составило 30%.

Список использованных источников:

1. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976. – 608 с.
2. Козлов А. В., Бобылев А. В. Изучение тепловых явлений при гибке труб с раскатыванием. Рубцовск: Рубцовский технол. ин-т, 2000. С. 118-120.
3. Козлов А.В., Хилькевич Я.М. Оценка натягов и усилий при гибке труб с раскатыванием // Вестник ЮУрГУ. 2004. № 5 (34). С. 125-131.
4. Пригоровский, Н. И. Методы и средства определения полей деформаций и напряжений: справочник / Пригоровский Н. И. – М.: Машиностроение, 1983. – 248 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

УДК 621.9

Разработка учебного инструментария как наглядного пособия в целях обучения студентов ТТИ НИЯУ МИФИ

Миронюк Софья Валеревна, Сухорукова Светлана Максимовна,
Худицына Анастасия Павловна, Токарев Артём Сергеевич

*Трёхгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трёхгорный*

lasttik@mail.ru, nastay_huditsina@mail.ru, Seallu@inbox.ru

В данной статье была изучена информация об инструментах, чаще всего используемых инженерами на предприятиях, проанализирован основной инструментарий. Подбран вид инструмента и изучены стандарты для определения его размеров. Разработаны 3D-модели инструментария и кейса для удобного хранения. Напечатан инструментарий на 3D-принтере и создана брошюра с наименованиями и определениями.

Ключевые слова: инструмент, 3D-печать, обработка, точение, резец, сверло, фреза, метчик.

The Development of Educational Instruments Set as a Visual Aid for Teaching Students of TTI NRNU MEPhI

*Mironyuk Sofya Valerevna, Suhorukova Svetlana Maksimovna,
Khuditsyna Anastasia Pavlovna, Tokarev Artem Sergeevich*

*Tryokhgornyy Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgornyy*

In this article the information about the tools mostly used by engineers at enterprises was studied, and the basic instrument set was analyzed. The type of tool was selected and the standards for determining its dimensions were studied. 3D models of the instruments set as well as the case for its convenient storage are developed. The instrument set is printed on a 3D printer and the brochure with names and definitions is created.

Key words: tool, 3D printing, processing, turning, cutter, drill, milling cutter, threading tool.

Режущий инструмент является основным исполнительным органом, без которого невозможно полностью реализовать заложенные в станках технологические возможности и достичь высоких технико-экономических показателей обработки деталей. Это главный элемент обрабатывающей системы, непосредственно взаимодействующий с заготовкой или деталью и в результате чего изменяются ее размеры, форма и физико-химический состав.

Первым и, пожалуй, самым важным аспектом работы инженера является владение навыками работы с расточными, проходными резцами разных видов. Эти инструменты позволяют инженерам обрабатывать различные материалы, создавать детали и конструкции с высокой точностью и качеством. Без навыков работы с этими инструментами, инженер не сможет эффективно выполнять свою работу и достигать поставленных целей.

Знание различных типов инструментов и умение выбирать наиболее подходящие для конкретной задачи также является важным навыком для инженера. Резцы, сверла и фрезы являются наиболее распространенными и важными инструментами для резки, сверления и фрезерования материалов. Они используются в широком спектре отраслей, включая мебельное производство, машиностроение, строительство и

другие. Поэтому они являются универсальными инструментами, которые подходят для наглядного пособия.

На основе анализа различных источников мы выбрали определенные инструменты, она представлены на слайде. Мы отобрали как стандартные инструменты по ГОСТ, так и современные инструменты из каталогов, которые в настоящее время используются на ФГУП ПСЗ.

Для того, чтобы студентам было полезно и интересно изучать инструменты, мы приняли решение распечатать их в 3D формате. Это позволит студентам не только увидеть инструменты, но и потрогать их, что сделает процесс обучения более эффективным и интересным.

На рисунке 1 представлена 3D модель проходного резца.

Проходной резец – это режущий инструмент металлообрабатывающей промышленности, предназначенный для обработки наружной поверхности деталей цилиндрической формы.

Державка и пластина резца были смоделированы исходя из каталога SUMITOMO.

Пластина CCGT 09t304N-FX

Державка SCLC R 1616 H09

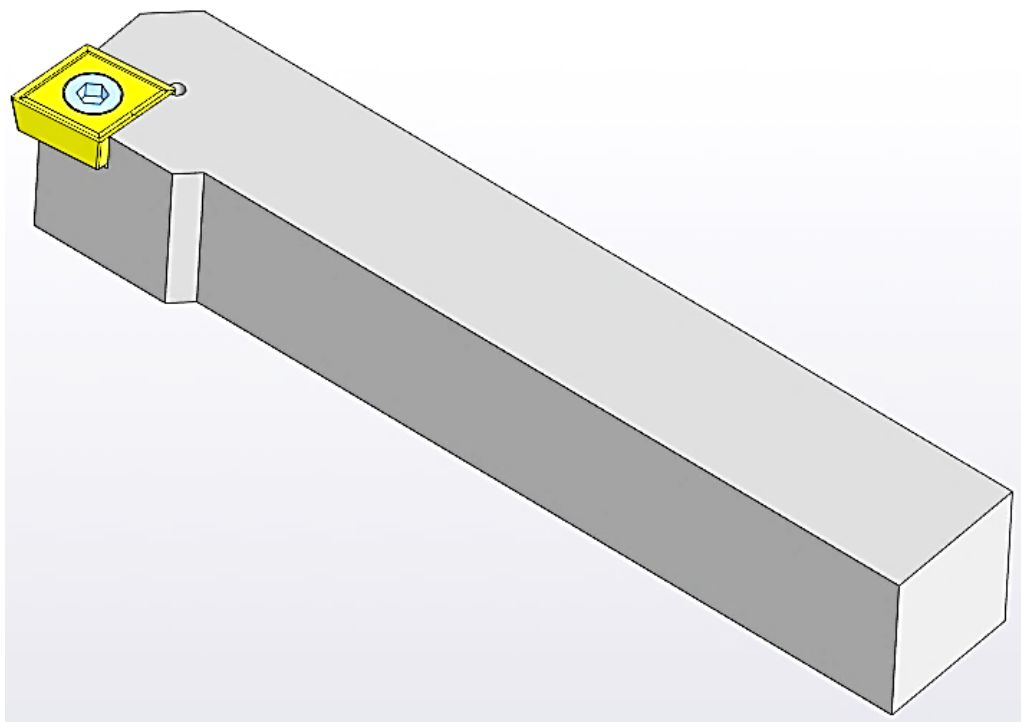


Рисунок 1 – 3D-модель проходного резца

На рисунке 2 представлена 3D-модель расточного резца.

Расточной резец – режущий инструмент, применяемый для обработки внутренней поверхности отверстий различного диаметра.

Державка и пластина резца, аналогично предыдущему инструменту, были смоделированы исходя из каталога SUMITOMO.

Пластина CCGT 09t304N-FX

Державка D16R-SCLC R 09T3-18

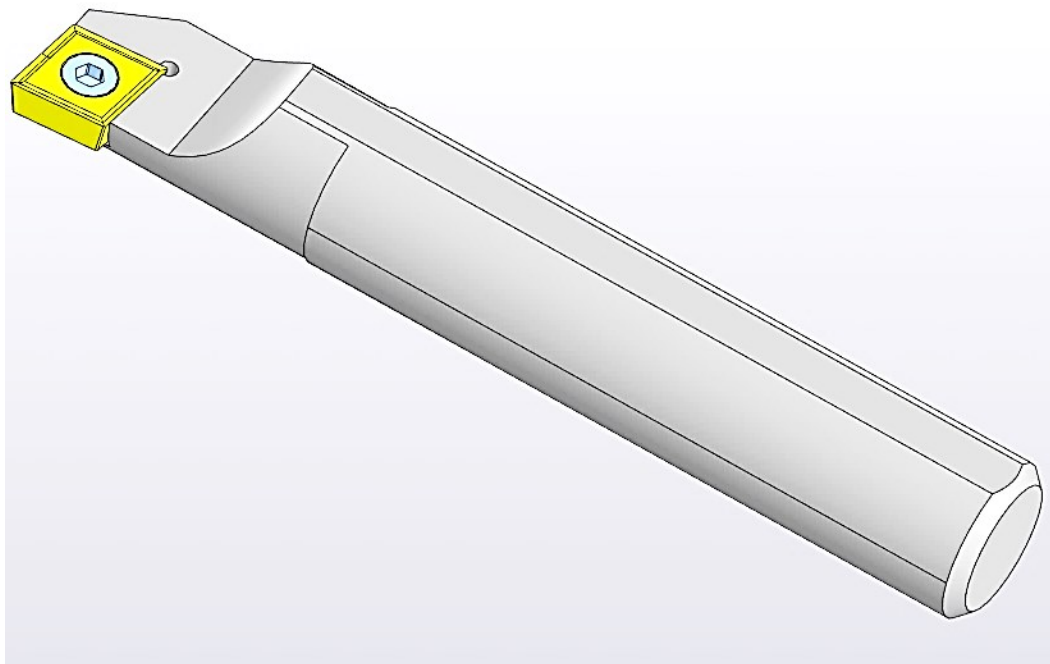


Рисунок 2 – 3D-модель расточного резца

Отрезной резец, 3D-модель которого представлена на рисунке 3, – это режущий инструмент, предназначенный для сквозного прорезания заготовки узкой и глубокой канавкой. Державка и пластина резца были смоделированы исходя из каталога SANDVIK.

Пластина CoroCur N123E2-0200-0502-CM

Державка CoroCut R123D08-1616B

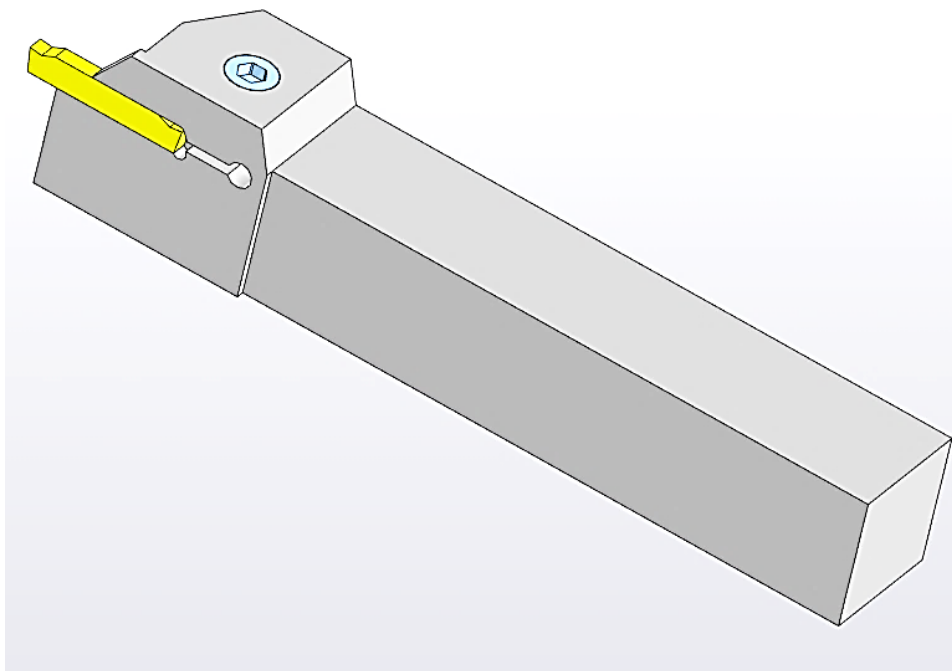


Рисунок 3 – 3D-модель отрезного резца

Резьбовой резец – это узкоспециализированный режущий инструмент для нарезания резьбы на различных деталях. Он представлен на рисунке 4 и был выбран по каталогу Vargus.

Пластина FS LINE 3FSER1.51SO

Державка ALCN16-3

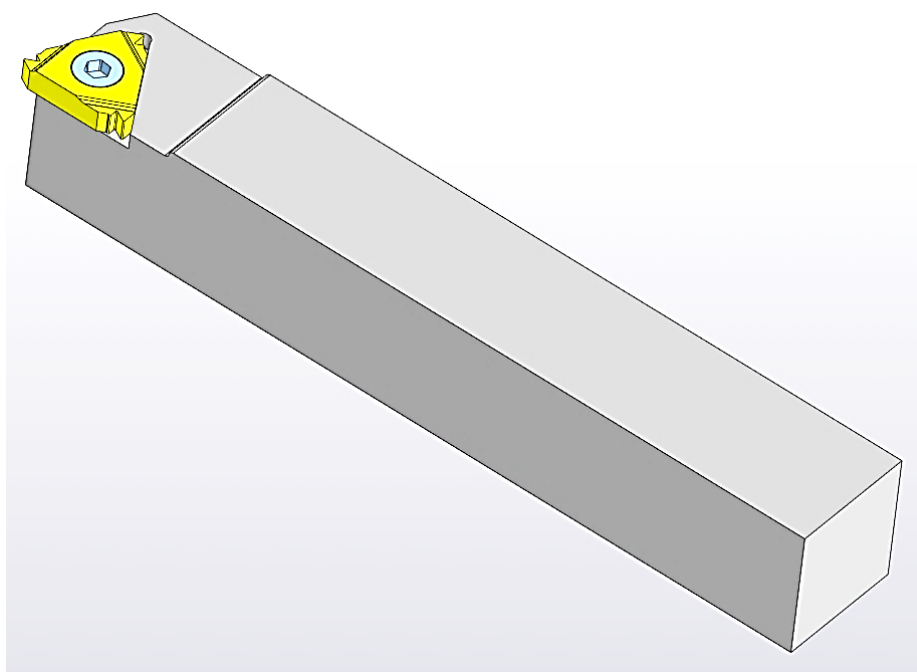


Рисунок 4 – 3D-модель резьбового резца

Сверло – режущий инструмент, предназначенный для сверления отверстий в различных материалах. Этот инструмент был выбран по стандартному ГОСТ 77-го года, его 3D модель представлена на рисунке 5. Исполнение 2300-3517.

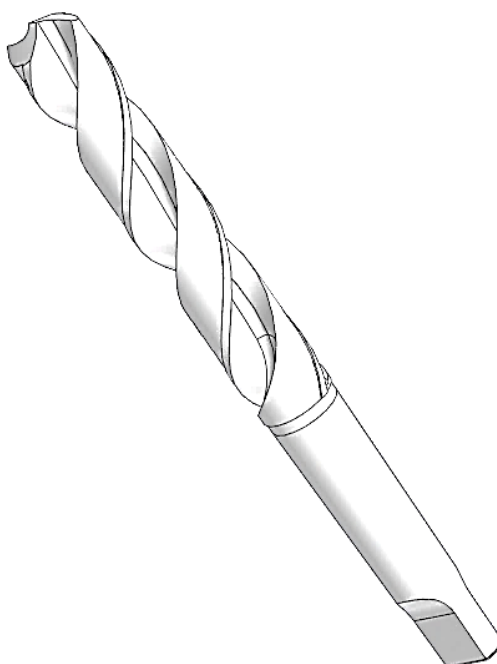


Рисунок 5 – 3D-модель сверла

Также в соответствии с ГОСТ была смоделирована цилиндрическая фреза.

Цилиндрическая фреза – это металлорежущий инструмент, применяемый для обработки плоскостей, находящихся параллельно по отношению к оси фрезы. Зубья инструмента располагаются по винтовой линии с определенным углом наклона. 3D-модель цилиндрической фрезы на рисунке 6. Исполнение 2200-0411.

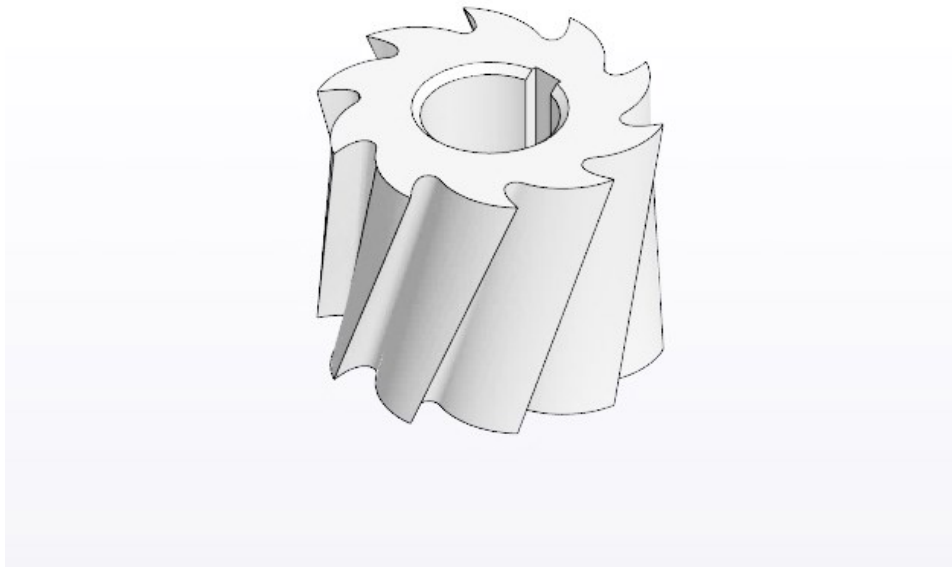


Рисунок 6 – 3D-модель цилиндрической фрезы

Червячная фреза – это многолезвийный инструмент с режущими зубьями, который предназначен для нарезания зубчатых колес, шлицевых валов, имеющих эвольвентный профиль. (Другое название фрезы – эвольвентная). Эта фреза по ГОСТ 80-го года представлена на рисунке 7. Исполнение 2510-4066.

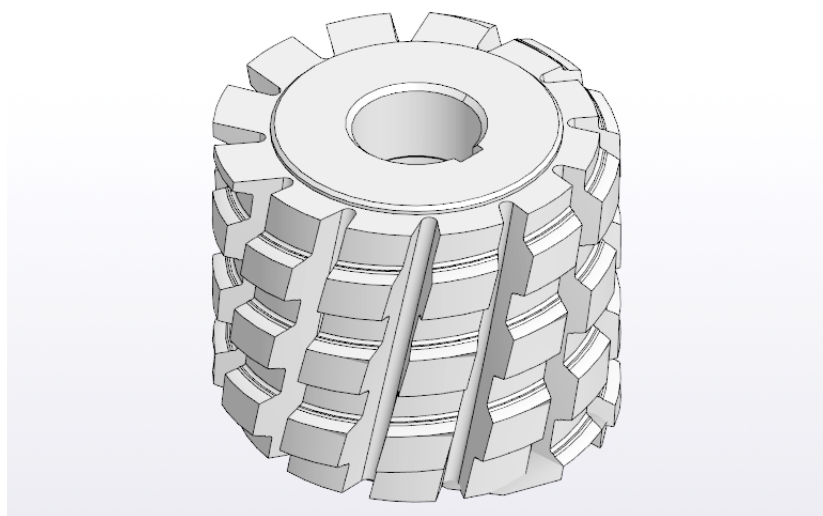


Рисунок 7 – 3D-модель червячной фрезы

По каталогу САНДВИК была смоделирована торцевая фреза.

Торцевая фреза – режущий инструмент цилиндрической формы с несколькими зубьями на боковой поверхности. Такие фрезы применяют для обработки граней, плоскостей, пазов и т.д. В машиностроении их используют при расточке валов и зубчатых колёс. На рисунке 8 можно увидеть 3D-модель торцевой фрезы.

Пластина CoroMill 345R-1305E-KL

Державка CoroMill R210-042C4-09H

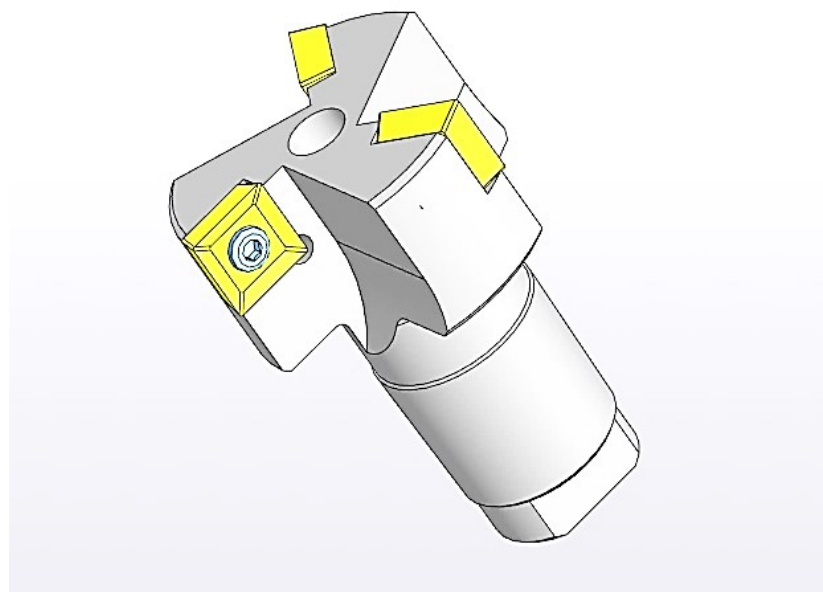


Рисунок 8 – 3D-модель торцевой фрезы

Метчик – инструмент для нарезания внутренних резьб, представляет собой винт с прорезанными прямыми или винтовыми стружечными канавками, образующими режущие кромки. Данный инструмент был выбран из каталога Dormer, его можно увидеть на рисунке 9. Обозначение E471M10.

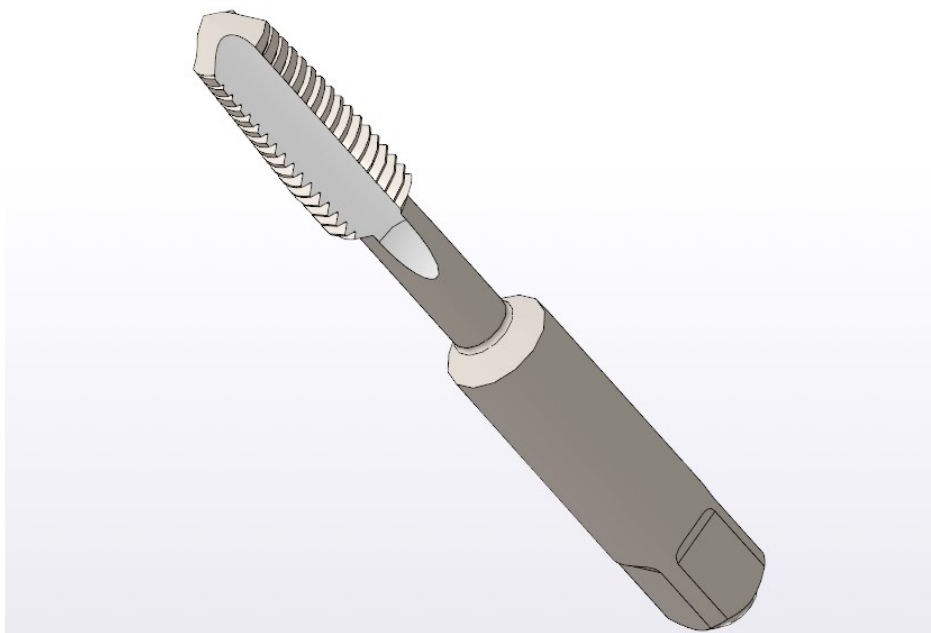


Рисунок 9 – 3D-модель метчика

Для удобства рассмотрения инструментов был разработан кейс, его 3D-модель представлена на рисунке 10, который будет иметь специальные отделения для размещения инструментария. Кроме того, кейс будет включать брошюру, она представлена на рисунке 11, с характеристиками каждого инструмента и его функционала. Это поможет будущим инженерам быстро ознакомиться с каждым инструментом, а преподавателям – наиболее эффективно обозначить область применения.

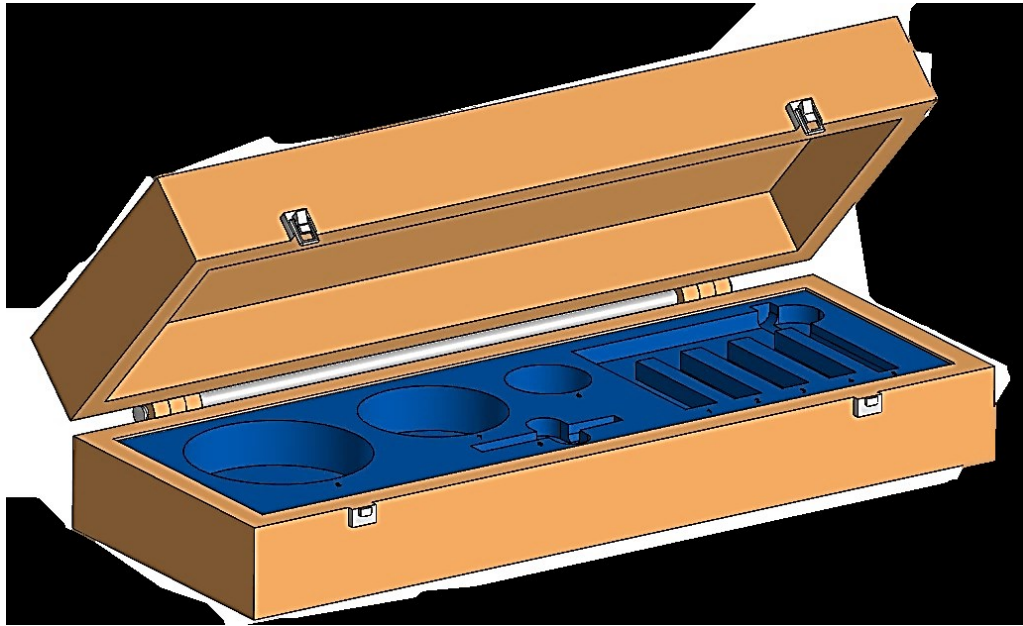


Рисунок 10 – 3D-модель кейса



Рисунок 11 – Брошюра

Как итог, у нас на руках напечатанные и подготовленные для демонстрации инструменты. Мы уверены, что наша работа поможет студентам лучше понять инструменты и их функционал, а также повысит эффективность обучения.

Список использованных источников:

1. Каталог SUMITOMO, 2022-2023
2. Каталог SANDVIK: Токарный инструмент, 2020
3. Каталог VARGUS, 2022
4. Каталог SANDVIK: Вращающиеся инструменты, 2020
5. Каталог Dormer Pramet: Для обработки определенных материалов, 2020
6. ГОСТ 10902-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком.
7. ГОСТ 29092-91 Фрезы цилиндрические. Технические условия.
8. ГОСТ 9324-80 Фрезы червячные чистовые однозаходные для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем
9. Ординарцев И.А. Филиппов Г.В. Справочник инструментальщика.

УДК 624

Разработка макета трехкулачкового патрона с использованием коэффициентов усадки пластика в целях обучения студентов ТТИ НИЯУ МИФИ

*Белоусов Евгений Викторович, Дьяконова Валерия Александровна,
Осипова Наталья Валерьевна, Токарев Артем Сергеевич,
Пузыня Кирилл Юрьевич*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
г. Трёхгорный*

ms.natasha@mail.ru

В работе исследованы основные физико-механические характеристики модельного пластика, рассмотрены области его применения, изучена технология производства деталей из этого материала. Была проведена оценка погрешности изготовления изделий различных геометрических форм при использовании пластиков ABS и PLA для моделей, а также разработан и изготовлен прототип «Спиральный самоцентрирующийся трехкулачковый патрон» по полученным данным.

Ключевые слова: полиуретан, полимерные пластмассы, PLA и ABS пластмассы, детали из модельного пластика, погрешность, точность, усадка, 3D-принтер.

The Development of a Model of a Three-Jaw Chuck Using Plastic Shrinkage Coefficients for Teaching the Students of TTI NRNU MEPhI

*Belousov Evgeniy Viktorovich, Dyakonova Valeria Aleksandrovna,
Osipova Natalya Valerievna, Tokarev Artem Sergeevich, Puzynya Kirill Yurievich*

*Tryokhgorny Technological Institute – branch of research funding
of the MEPhI University
(TTI NRNU MEPhI), Tryokhgorny*

The work examines the main physics and mechanical characteristics of model plastic and considers the areas of its application. The technology for the production of parts from this material is studied. Assessment of accuracy of the manufacturing the products of various geometric shapes using ABS and PLA plastics for models was made and the prototype "Spiral self-centering three-jaw chuck" was developed and manufactured based on the data obtained.

Keywords: polyurethane, polymer plastic, PLA and ABS plastic, model plastic parts, error, accuracy, shrinkage, 3D-printer.

Полимеры – это материалы, обладающие широким спектром уникальных свойств, которые делают их идеальным выбором для различных отраслей промышленности. В настоящее время производители все чаще обращаются к полимерам в качестве основного сырья для производства надежных, прочных и износостойких деталей и комплектующих. Изготовители промышленных компонентов все чаще обращаются к полимерам как к источнику сырья для создания надёжных, прочных и долговечных деталей и комплектующих, удовлетворяя потребности различных отраслей промышленности. Уникальные свойства полимеров позволяют им проникать во все сферы и будут заслуженно использованы в качестве материала будущего.

Цель исследования: определить погрешности изготовления изделий из пластика различных видов, получить необходимые данные для изготовления точных изделий, а также разработать и изготовить прототип «Спиральный самоцентрирующейся трехкулачковый патрон» по полученным данным.

Благодаря использованию модельного пластика в литейном производстве удалось значительно повысить эффективность процесса и обеспечить высокое качество произведенных изделий. Этот материал позволяет создавать детали с точными размерами и сложной формой, что ранее было затруднительно сделать.

Одним из ключевых преимуществ модельного пластика является его низкая стоимость по сравнению с другими материалами. Это позволяет существенно сократить издержки производства и улучшить финансовые показатели предприятия.

Кроме того, легкость обработки модельного пластика делает его идеальным материалом для использования в литейном производстве. Он легко поддается формовке и обработке, что ускоряет процесс создания литейных форм и уменьшает время простоя оборудования.

Был поставлен вопрос: возможно ли на базе лабораторий ТТИ НИЯУ МИФИ изготавливать точные детали без усадок пластика.

Из разработанного ранее исследования мы выявили коэффициенты усадки для массового производства литейным способом: для мастер-моделей, распечатанных на 3D принтере из ABS и PLA пластика, для силиконовой формы, в которую в дальнейшем заливается модельный пластик и получается готовое изделие. Используя данные для создания точной мастер-модели из пластика, изготовим работоспособный прототип детали «Спиральный самоцентрирующийся трехкулачковый патрон» в целях обучения студентов ТТИ НИЯУ МИФИ с использованием коэффициентов усадки пластика.

Первым этапом необходимо смоделировать будущие изделия. Усадка также зависит от геометрии, поэтому берем образцы разной геометрической формы – призматической и цилиндрической.

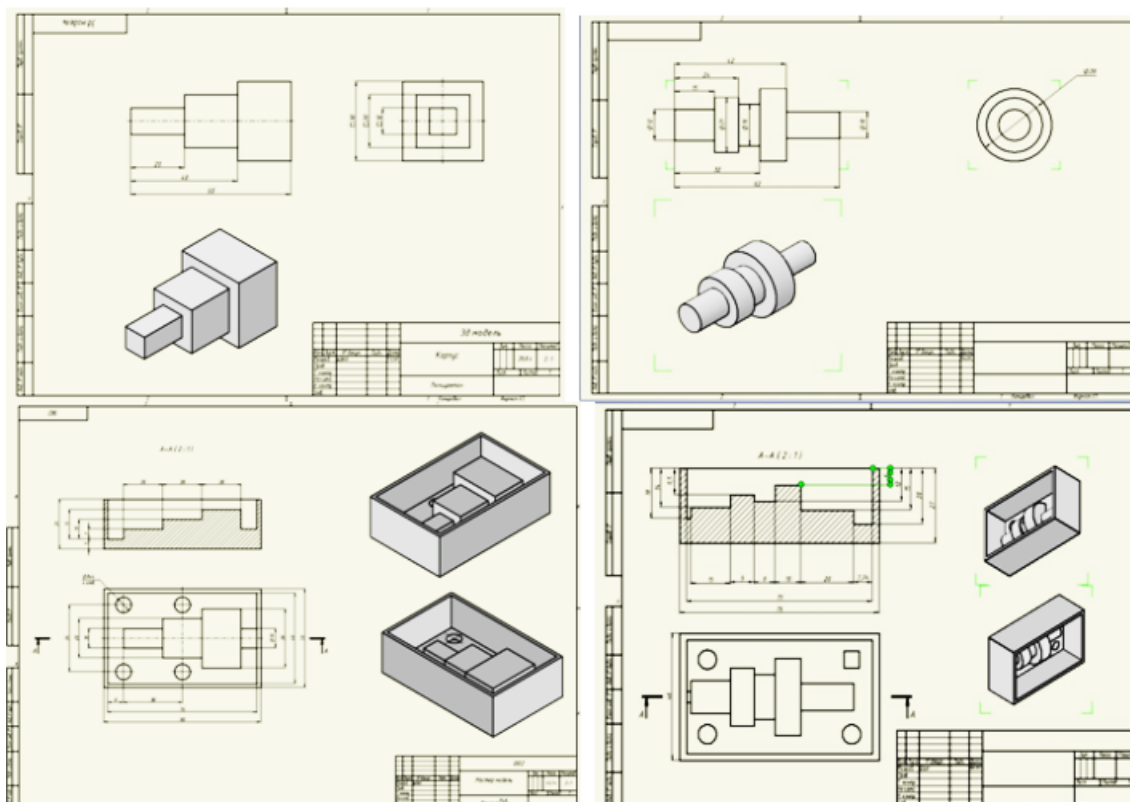


Рисунок 1 – Моделирование будущих изделий и мастер-моделей

Следующим этапом задаём программу печати на высоту слоя 0,10 мм, 0,15 мм, 0,20 мм и 0,25 мм. Основной параметр качества поверхности – это высота слоя, чем она меньше, тем качественнее изделие, тем меньше видно послойное наращивание.

Далее производим печать мастер-моделей, изготовление в мастер-моделях силиконовых матриц и отливку в матрицах модельного пластика.

Усадка – это фактор, с которым приходится сталкиваться каждый раз при изготовлении изделия. Проводим измерения на точность: измеряем изделие и находим коэффициенты усадки. Коэффициент усадки – это коэффициент, на который необходимо увеличить размеры готового изделия. Мы определяем КУ на разных геометрических формах для того, чтобы в дальнейшем с их учетом изготавливать точную продукцию.

	Мастер-модели					Силикон					Модельный пластик				
№ вала	1 цил.	2 цил.	3 цил.	4 цил.	5 цил.	1 цил.	2 цил.	3 цил.	4 цил.	5 цил.	1 цил.	2 цил.	3 цил.	4 цил.	5 цил.
Высота слоя, мм	0,1					0,1					0,1				
Полученное значение, мм	10,17	27,78	16,24	21,20	12,08	10,02	27,67	15,94	21,35	12,13	9,78	27,69	15,43	20,55	11,74
	10,02	27,90	16,19	21,30	11,98	9,88	27,91	16,03	21,19	11,97	9,96	27,61	15,44	20,52	11,83
	10,13	28,16	16,07	21,19	12,20	10,08	27,80	16,04	21,05	11,98	9,97	27,59	15,46	20,56	11,97
Среднее значение, мм	10,11	27,95	16,17	21,23	12,09	9,99	27,79	16,00	21,20	12,03	9,90	27,63	15,44	20,54	11,85
Высота слоя, мм	0,15					0,15					0,15				
Полученное значение, мм	10,06	27,76	16,08	21,07	12,30	9,97	27,64	16,06	21,06	11,95	9,61	27,94	15,77	20,74	11,42
	10,07	27,83	16,15	21,19	12,20	9,96	27,81	16,08	21,13	12,09	9,73	27,96	15,83	20,53	11,57
	10,07	27,89	16,05	21,15	12,13	9,99	27,92	16,02	21,16	11,95	9,72	27,87	15,79	20,57	11,77
Среднее значение, мм	10,07	27,83	16,09	21,14	12,21	9,97	27,79	16,05	21,12	12,00	9,69	27,92	15,80	20,61	11,59
Высота слоя, мм	0,20					0,20					0,20				
Полученное значение, мм	9,99	28,43	16,11	21,33	12,15	9,95	28,19	16,12	20,79	12,09	9,85	27,82	15,73	20,74	11,95
	10,22	28,46	16,15	21,35	12,05	9,86	27,97	16,11	21,04	11,97	10,01	27,87	15,79	20,79	11,87
	10,01	28,34	16,11	21,25	12,09	10,07	27,98	16,06	21,27	11,98	9,94	27,85	15,75	20,83	12,06
Среднее значение, мм	10,07	28,41	16,12	21,31	12,10	9,96	28,05	16,10	21,03	12,01	9,93	27,85	15,76	20,79	11,96
Высота слоя, мм	0,25					0,25					0,25				
Полученное значение, мм	10,11	27,97	16,18	21,01	11,99	9,77	27,92	16,11	20,94	11,86	10,04	27,92	15,86	20,75	11,99
	9,99	27,92	16,04	20,89	12,14	10,05	27,82	15,93	20,86	11,99	9,98	27,88	15,87	20,67	11,93
	9,86	28,05	16,02	20,90	11,95	10,00	27,94	16,10	20,83	11,98	10,03	27,92	15,84	20,61	12,09
Среднее значение, мм	9,99	27,98	16,08	20,93	12,03	9,94	27,89	16,05	20,88	11,94	10,02	27,91	15,86	20,68	12,00

Рисунок 2 – Нахождение коэффициентов усадки

Получаем три графика зависимости погрешности от высоты слоя для PLA пластика, которые представлены на рисунке 3.

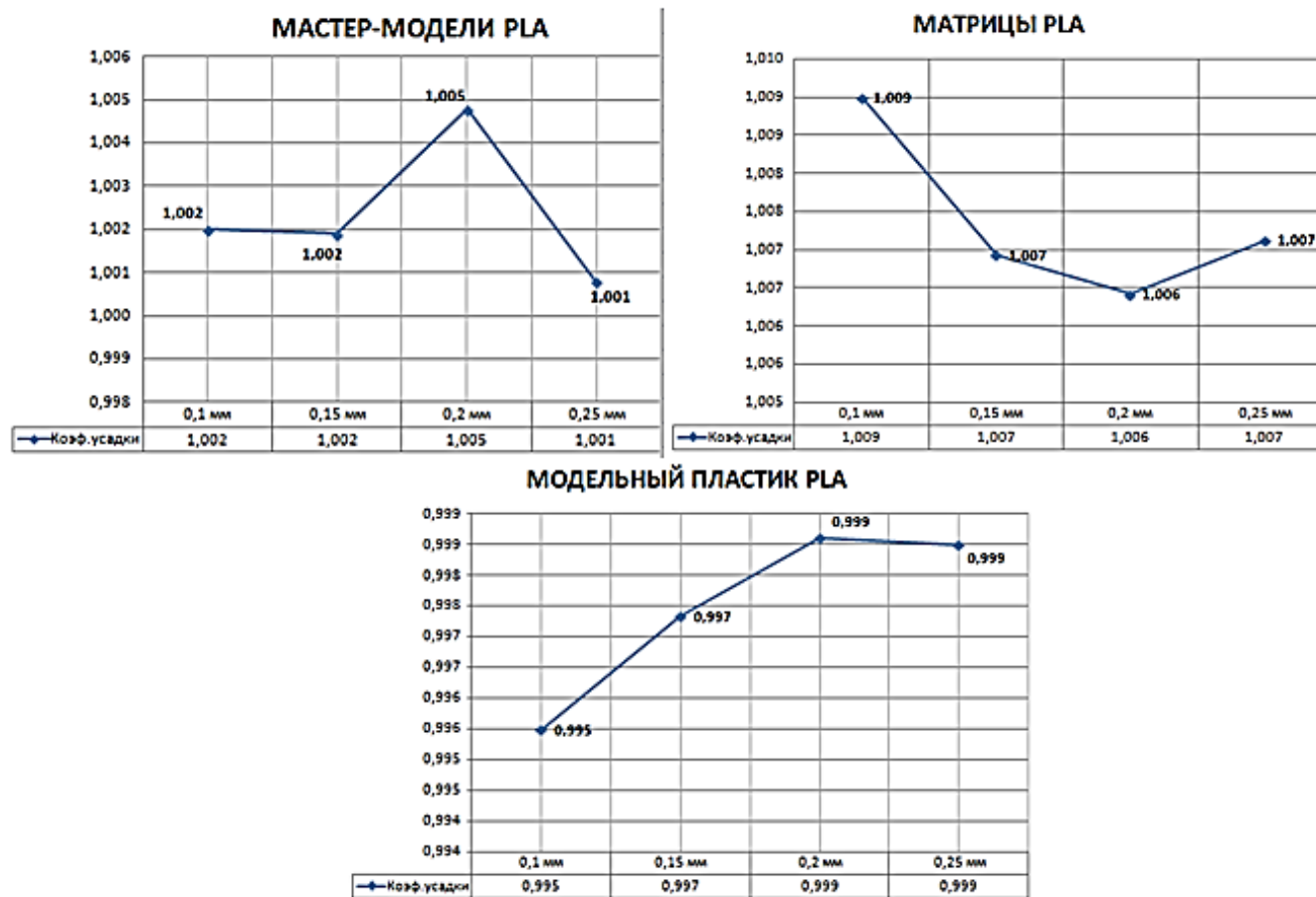


Рисунок 3 – Графики погрешности мастер-модели, силиконовой матрицы и готового изделия из модельного пластика для PLA пластика

Получаем три графика зависимости погрешности от высоты слоя для ABS пластика, которые представлены на рисунке 3.

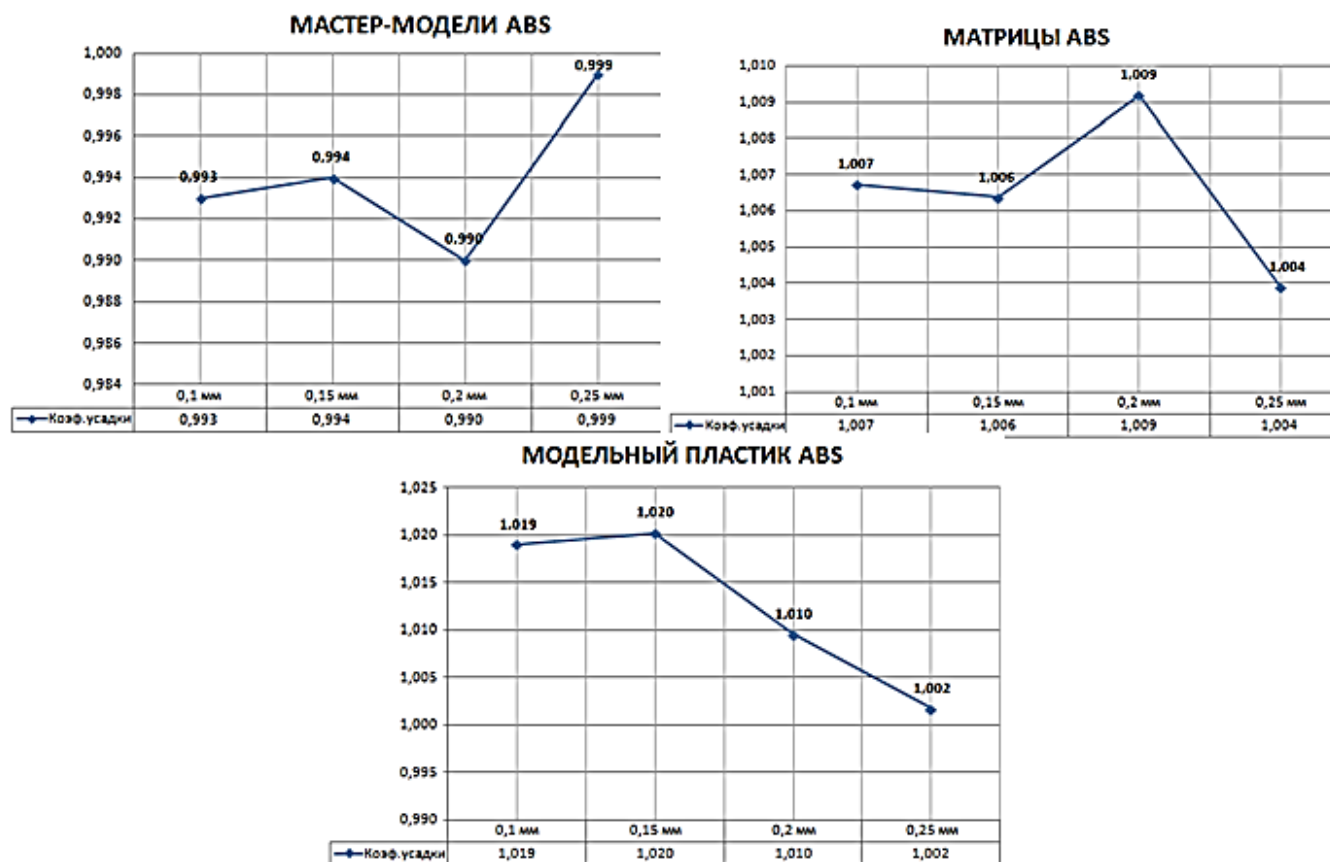


Рисунок 3 – Графики погрешности мастер-модели, силиконовой матрицы и готового изделия из модельного пластика для ABS пластика

В результате исследования было определено, что наименьшая усадка происходит при производстве мастер-моделей из PLA пластика на высоте слоя 0,25 мм. Этой информацией мы воспользуемся при конструировании прототипа «Спиральный самоцентрирующийся трехкулачковый патрон» и на этапе проектирования заложим коэффициент усадки 1,002 в размеры.

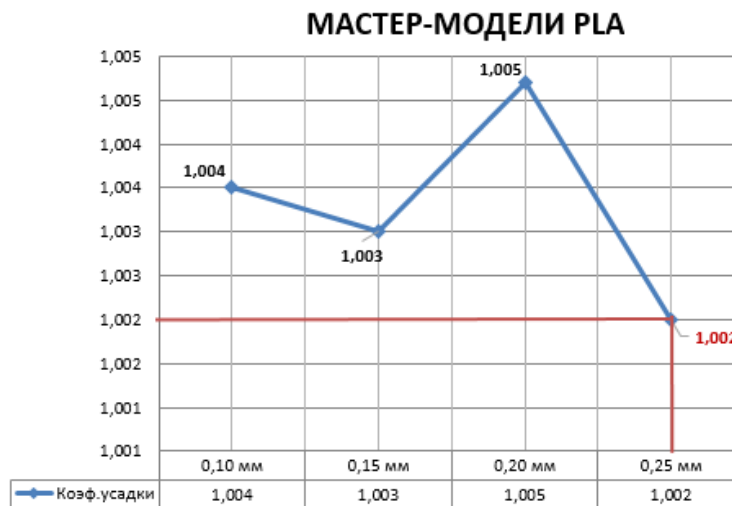


Рисунок 3 – График погрешности мастер-модели из PLA пластика

Разрабатываем технологическую документацию: выполняем чертеж трехкулачкового патрона. Используя полученные данные, вносим изменения в размеры прототипа – чертеж патрона с учетом коэффициент усадки.

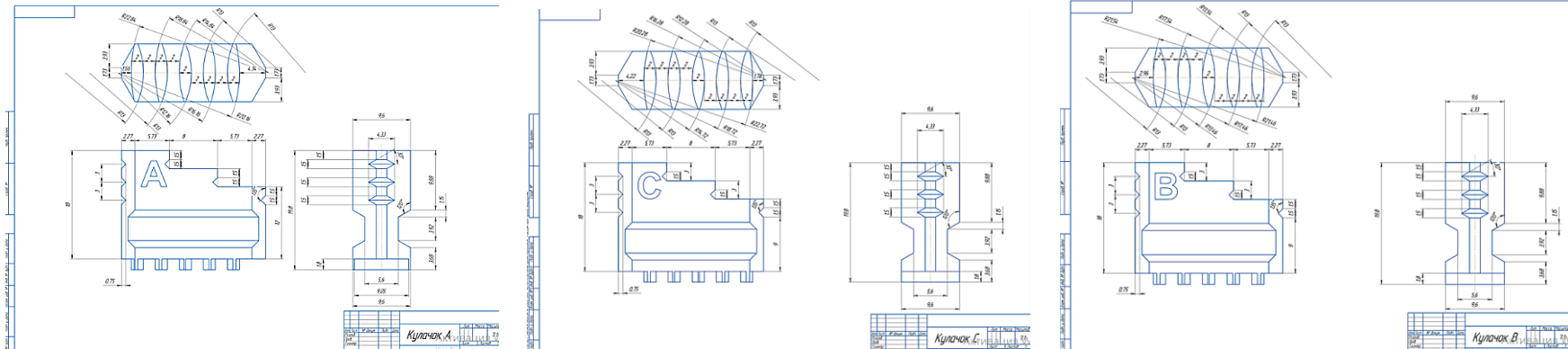


Рисунок 4 – Чертеж патрона с учетом коэффициент усадки

Выполняем 3D-модель трехкулачкового патрона по чертежам.

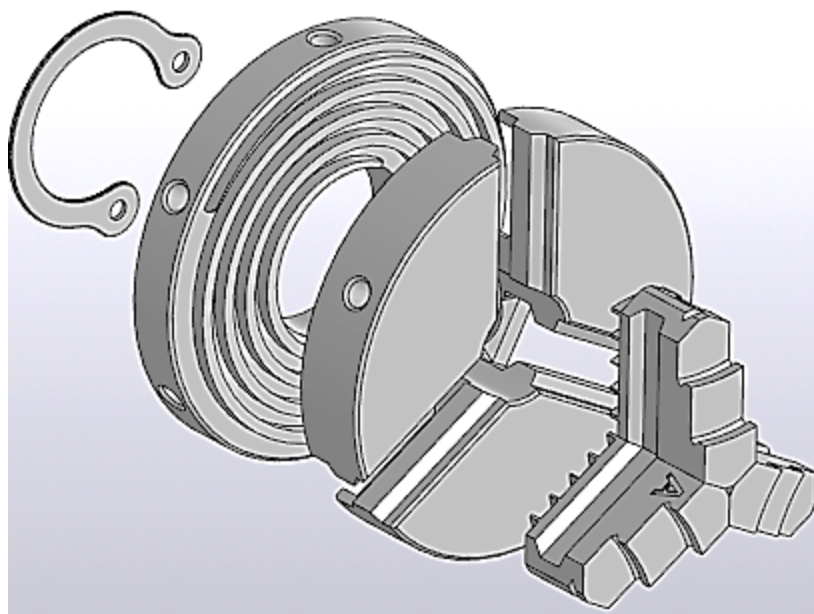


Рисунок 4 – 3D-модель трехкулачкового патрона по чертежам

Печатаем изделие на 3D принтере исходя из полученных данных – выбирая PLA пластик, устанавливая профиль печати «БЫСТРО» и высоту слоя 0,25 мм, т.к. именно эти параметры показали более точное исполнение.

Выполнили сборку готового прототипа – в результате проведенной работы мы получили рабочий прототип «Спиральный самоцентрирующийся трехкулачковый патрон», выполняющий конструктивные требования – макет предназначен для демонстрации и понимания принципа работы трехкулачкового патрона для студентов, который поможет им разобраться в особенностях данного механизма и лучше усвоить материал.

Список использованных источников:

1. Ляпков, А.А. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие для вузов / А.А. Ляпков, А.А. Троян. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 120 с.
2. Преображенская, Е.В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств: учебное пособие / Е.В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. – Москва: РТУ МИРЭА, 2021 – Часть 1 – 2021. – 173 с.

УДК 621.95.01
ГРНТИ 55.19.03

Увод оси возникающий из-за деформации осевого режущего инструмента под действием различных сил резания

Пикан Дмитрий Сергеевич, Гатин Роман Маратович, Токарев Артем Сергеевич

*Трёхгорный технологический институт-филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трёхгорный*

super.woplerr@yandex.ru

В настоящей статье рассмотрен вопрос увода оси отверстия из-за деформации осевого режущего инструмента под действием различных сил резания. Произведены расчёты увода оси отверстия теоретическим методом и с помощью 3д модели режущего инструмента.

Ключевые слова: Увод оси, силы резания, сверло, деформация режущего инструмента, лезвийный инструмент, обработка отверстий.

Axis Run out Resulting from Deformation of the Axial Cutting Tool under the Influence of Various Cutting Forces

Pikan Dmitry Sergeevich, Gatin Roman Maratovich, Tokarev Artem Sergeevich

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgorny*

This article discusses the issue of axis run out due to deformation of an axial cutting tool under the influence of various cutting forces. The calculation of axis run out based on theoretical method and 3D model of cutting tool is made.

Key words: axis run out, cutting forces, drill, cutting tool deformation, blade tool, hole machining.

Увод оси в машиностроении – важное понятие при конструировании и проектировании механизмов и деталей. Он означает правильную установку оси относи-

тельно других элементов системы. Правильное позиционирование оси влияет на работу механизма, передачу движения и нагрузки, а также на точность работы системы. Увод оси может осуществляться методами измерения, использованием специальных инструментов и станков. Этот аспект важен для точности, износа деталей, эффективности производства и безопасности оборудования. Инженеры и проектировщики уделяют ему особое внимание при разработке новых устройств [1, с. 6 – 12; 2, с. 15].

Силы, действующие на сверло:

- P_z – окружная сила, действует по касательной к окружности вращения сверла навстречу подаче и создаёт момент сопротивления резанию. Чем больше диаметр сверла, тем больше силы P_z , т.к. больше длина её плеча.
- P_x – осевая сила, параллельна оси сверла. Эта сила действует как на оси сверла, так и на поперечной кромке. Сила P_x зависит от 2φ . Чем больше угол 2φ , тем больше силы P_x .
- P_y – радиальная сила, перпендикулярна оси сверла. Если длина режущих кромок одинакова, силы P_y действуют на встречу друг другу и взаимно уничтожаются.
- Силы резания, действующие на сверло показаны на рисунке 1.

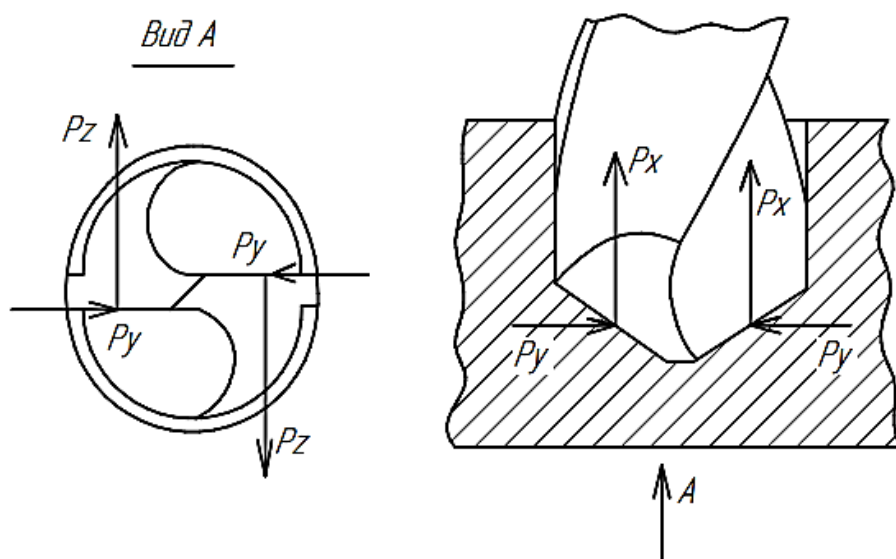


Рисунок 1 – Силы резания, действующие на сверло

При расчете сил резания ограничиваются определением интегральных показателей силового воздействия: крутящего момента и осевой силы. Но для повышения точности обработки необходимо рассмотреть и другие силы, влияющие на деформацию инструмента, например, сила P_y , из-за которой и возникает увод оси отверстия при обработке концевыми мерными инструментами.

Формулы для нахождения сил резания:

$$P_z = C_{pz} t^{x_{pz}} s^{y_{pz}} v^n k_{pz} \quad (1)$$

$$P_y = C_{py} t^{x_{py}} s^{y_{py}} v^n k_{py} \quad (2)$$

$$P_x = C_{px} t^{x_{px}} s^{y_{px}} v^n k_{px} \quad (3)$$

В этих формулах: C_{pz} , C_{py} , C_{px} – коэффициент, учитывающий только обрабатываемый материал;

t , s , v – глубина резания (мм), подача (мм/об), скорость резания (м/мин);

x_{pz} ; y_{pz} ; x_{py} ; y_{py} ; x_{px} ; y_{px} ; n – показатели степени при t , s и v .

Значения коэффициентов C_p в зависимости от конкретных условий обработки определяются по таблицам нормативов. Если же условия обработки отличаются от табличных, то эти значения изменяются поправочными коэффициентами k_{pz} , k_{py} , k_{px} .

Общий поправочный коэффициент k_{pz} является произведением ряда частных поправочных коэффициентов.

Произведём расчёт сил резания для свёрл из каталога инструментов SANDVIK.

Расчёт сил резания твёрдосплавного сверла CoroDrill 860:

Обрабатываемый материал конструкционная сталь. Сверло диаметра 6 мм.

Глубина резания: $t = \frac{D}{2} = 3$ мм.

Подача: $s = 0.15$ мм/об.

Скорость резания: $v = 50$ м/мин.

$$P_z = 300 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 50^{-0,15} \cdot 0,77 = 92,88 \text{ Н}$$

$$P_y = 243 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 50^{-0,3} \cdot 0,77 = 49,83 \text{ Н}$$

$$P_x = 339 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,5} \cdot 50^{-0,4} \cdot 0,77 = 63,42 \text{ Н}$$

Обрабатываемый материал конструкционная сталь. Сверло диаметра 10 мм.

Глубина резания: $t = \frac{D}{2} = 5$ мм.

Подача: $s = 0.25$ мм/об.

Скорость резания: $v = 40$ м/мин.

$$P_z = 300 \cdot 5^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 40^{-0,15} \cdot 0,77 = 234,81 \text{ Н}$$

$$P_y = 243 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,25^{0,6} \cdot 40^{-0,3} \cdot 0,77 = 114,63 \text{ Н}$$

$$P_x = 339 \cdot 5^1 \cdot 0,25^{0,5} \cdot 40^{-0,4} \cdot 0,77 = 149,21 \text{ Н}$$

Обрабатываемый материал конструкционная сталь. Сверло диаметра 14 мм.

Глубина резания: $t = \frac{D}{2} = 7$ мм.

Подача: $s = 0.3$ мм/об.

Скорость резания: $v = 35$ м/мин.

$$P_z = 300 \cdot 7^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 35^{-0,15} \cdot 0,77 = 384,539 \text{ Н}$$

$$P_y = 243 \cdot 7^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 35^{-0,3} \cdot 0,77 = 180,63 \text{ Н}$$

$$P_x = 339 \cdot 7^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 35^{-0,4} \cdot 0,77 = 241,39 \text{ Н}$$

Обрабатываемый материал конструкционная сталь. Сверло диаметра 20 мм.

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D}{2} = 10 \text{ мм.}$$

$$\text{Подача: } s = 0.38 \text{ мм/об.}$$

$$\text{Скорость резания: } v = 30 \text{ м/ мин.}$$

$$P_z = 300 \cdot 10^1 \cdot 0,38^{0,75} \cdot 30^{-0,15} \cdot 0,77 = 671,245 \text{ Н}$$

$$P_y = 243 \cdot 10^{0,9} \cdot 0,38^{0,6} \cdot 30^{-0,3} \cdot 0,77 = 299,79 \text{ Н}$$

$$P_x = 339 \cdot 10^1 \cdot 0,38^{0,5} \cdot 30^{-0,4} \cdot 0,77 = 412,79 \text{ Н [5, с. 15]}$$

Для того чтобы вывести формулу увода оси на всю длину отверстия необходимо просчитать жесткость сверла. Определим ее по формуле 4:

$$j = \frac{3 \cdot D \cdot E}{L^3}, \quad (4)$$

где E – модуль упругости первого рода, МПа;

D – диаметр сверла, мм;

L – рабочий вылет сверла, мм [46].

Для определения смещения оси воспользуемся формулой 5:

$$\Delta y = \frac{P_y}{j}, \quad (5)$$

где P_y – результирующая сила резания, Н;

j – жесткость сверла, Н·м/рад. [3, с. 23; 4, с. 11]

Формула (6) расчета увода оси отверстия при обработке сверлом без предварительного засверливания примет вид

$$e = \Delta y \cdot \frac{L_{\text{отв}}}{s} = \frac{P_y}{j} \cdot \frac{L_{\text{отв}}}{s} \quad (6)$$

где J – жесткость сверла, Н/м;

$L_{\text{отв}}$ – длина обрабатываемого отверстия, мм;

S – номинальная подача, установленная на станке, мм/об;

Δy – величина увода оси, мм;

P_y – величина вектора силы, Н.

Найдём жесткость свёрл CoroDrill 860:

$$1) \text{ Диаметр } 6 \text{ мм: } j = \frac{3 \cdot 6 \cdot 10^{11}}{9,5^3} = 1,26 \cdot 10^{10} \text{ Н/м.}$$

$$2) \text{ Диаметр } 10 \text{ мм: } j = \frac{3 \cdot 10 \cdot 10^{11}}{25,6^3} = 1,07 \cdot 10^9 \text{ Н/м.}$$

$$3) \text{ Диаметр } 14 \text{ мм: } j = \frac{3 \cdot 14 \cdot 10^{11}}{38,3^3} = 4,48 \cdot 10^8 \text{ Н/м.}$$

$$4) \text{ Диаметр } 20 \text{ мм: } j = \frac{3 \cdot 20 \cdot 10^{11}}{58,4^3} = 1,807 \cdot 10^8 \text{ Н/м.}$$

Рассчитаем увод оси свёрл CoroDrill 860:

$$1) \text{ Диаметр } 6 \text{ мм: } e = \frac{49,83}{1,26 \cdot 10^{10}} \cdot \frac{30}{0,15} = 7,909 \cdot 10^{-7} \text{ мм.}$$

$$2) \text{ Диаметр } 10 \text{ мм: } e = \frac{114,63}{1,07 \cdot 10^9} \cdot \frac{50}{0,25} = 2,14 \cdot 10^{-5} \text{ мм.}$$

3) Диаметр 14 мм: $e = \frac{180,63}{4,48 \cdot 10^8} \cdot \frac{70}{0,3} = 9,40 \cdot 10^{-5}$ мм.

4) Диаметр 20 мм: $e = \frac{299,79}{1,807 \cdot 10^8} \cdot \frac{100}{0,38} = 4,365 \cdot 10^{-4}$ мм.

Таким образом, была получена интересная закономерность – при увеличении диаметра сверла, происходит увеличение увода оси.

Проверим увод оси сверла CoroDrill 860 диаметром 6 мм в программе Autodesk Inventor. На рисунке 2 показан увод оси под действие силы P_y .

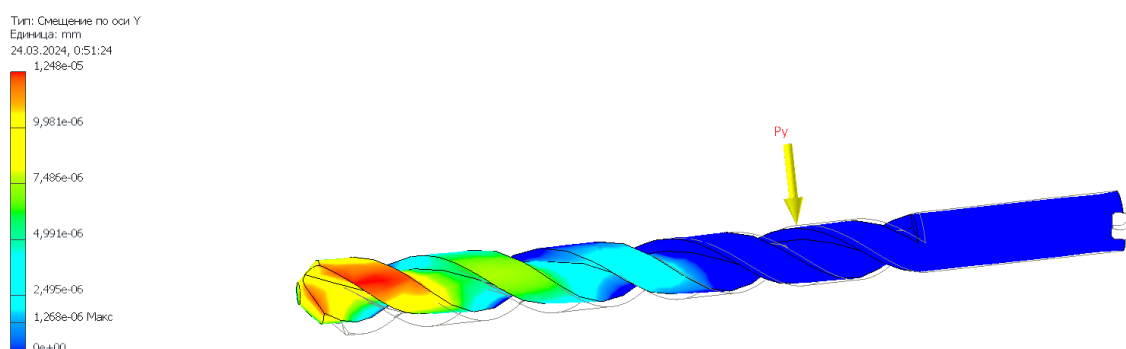


Рисунок 2 – Действующая на сверло сила P_y

Теоретическое значение увода оси сверла CoroDrill 860 диаметром 6 мм составило $7,909 \cdot 10^{-7}$ мм. Среднее значение увода оси модели сверла в Autodesk Inventor составило $5,176 \cdot 10^{-6}$ мм. Рассчитанные разными методами значения увода сверла отличаются более чем в 10 раз.

Таким образом, из этого можно сделать вывод о том, что для нахождения точного значения увода оси недостаточно использовать стандартные формулы теории резания.

Список использованных источников:

1. Обработка глубоких отверстий. Уткин Н.Ф., Кижняев Ю.И., Плужников С.К. и др. – Л.: Машиностроение. 1988. – 269 с.
2. Лакирев С.Г. Обработка отверстий: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 206 с.
3. Сборник трудов. Прогрессивные инструменты для обработки отверстий. Под ред. Д.И. Семенченко. – Москва, ВНИИ инструмент, 1979. – 104 с.
4. Немцев Б.А., Плужников С.К., Яковлев П.Д. Прогрессивная технология обработки глубоких отверстий диаметром 7-23 мм. – Л.: ЛДНТП, 1989. – 19 с.
5. Козлов В.Н., Скворцов В.Ф. Расчёт режимов, сил и мощности резания. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 29 с.

УДК 621.774

Анализ метода холодной гибки труб с раскатыванием

*Прохоров Александр Олегович, Сашко Иван Андреевич,
Бобылев Андрей Викторович, Козлов Александр Васильевич*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета “МИФИ” (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

prohorovsasha61002@mail.ru, sashkoi2002@mail.ru

В данной статье рассматривается разработанный в ЮУрГУ метод холодной гибки труб с раскатыванием деформирующими элементами (шариками). Выявлены положительные стороны применения метода холодной гибки труб с раскатыванием шариковым раскатником. Показаны возникающие при применении этого метода напряжения в сечении изгибаемой трубы. Обоснована целесообразность применения малого числа деформирующих элементов при применении метода холодной гибки труб с раскатыванием.

Ключевые слова: гибка труб, раскатывание, деформирующие элементы, пластические и упругие деформации, напряжение, натяг.

The Analysis of the Method of Pipes Cold Bending with Burnishing

*Prokhorov Aleksandr Olegovich, Sashko Ivan Andreevich,
Bobylev Andrey Victorovich, Kozlov Aleksandr Vasilevich*

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research
Nuclear University "MEPhI", Tryokhgorny*

This article discusses the pipes cold bending with burnishing with deforming elements (balls) method developed at SUSU. The positive aspects of pipes cold bending with burnisher method application are revealed. The stresses in the section of the bent pipe arising from the application of this method are shown. The expediency of application of a small number of deforming elements when using the method of pipes cold bending with burnishing is justified.

Key words: pipe bending, burnishing, deforming elements, plastic and elastic deformations, stress, tension.

Анализ технической литературы, посвященной вопросам гибки труб, показывает, что значительное число авторов чаще всего подразделяют имеющиеся способы на 3 группы [2]: холодная гибка труб, гибка труб с предварительным нагревом заготовки и штамповка криволинейных участков труб. Такая классификация является наиболее общей и каждая группа в частности включает в себя различные способы гибки труб, применяемые в зависимости от характера производства и гибки [1,8].

В ЮУрГУ разработан метод гибки труб, раскатываемых с большими натягами. Этот метод обладает рядом преимуществ, устраняя ряд недостатков других способов.

Разработанный в ЮУрГУ метод гибки труб, раскатываемых с большими натягами [1], представлен схематично на рисунке 1.

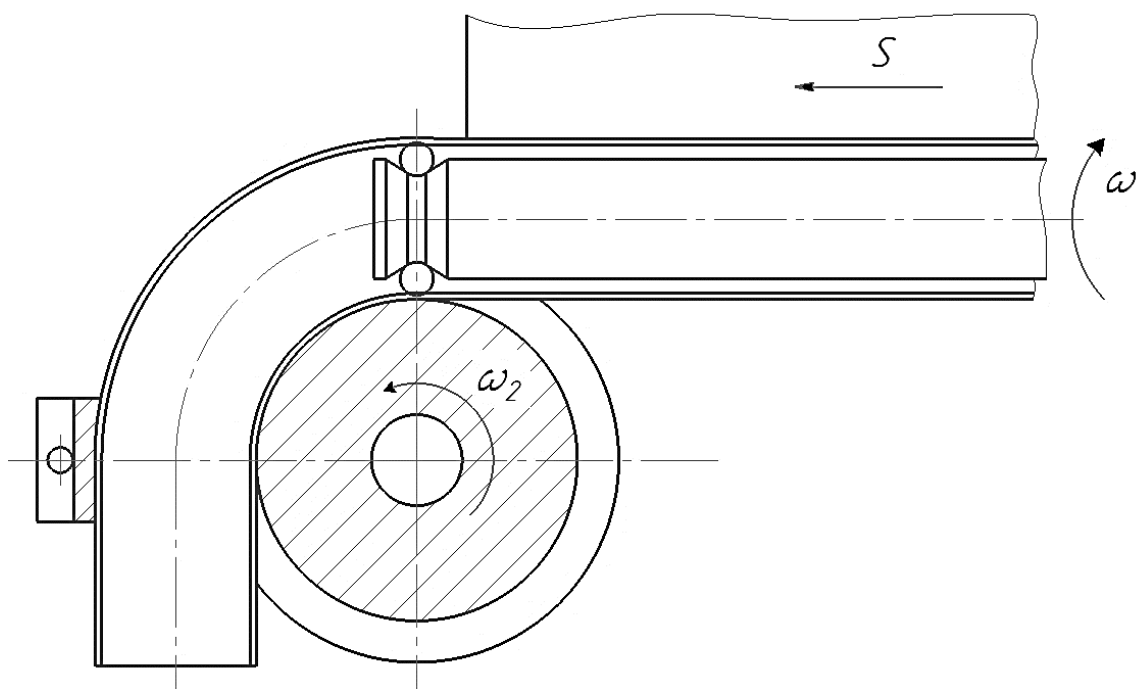


Рисунок 1 – Гибка труб, раскатываемых с большими натягами деформирующими элементами (шариками)

Сущность метода заключается в следующем: внутрь трубы с некоторым натягом помещается раскатник, которому от привода электродвигателя передается вращение, благодаря которому деформируются стенки трубы, и от возникающих деформаций для производства гибки трубы достаточно приложить небольшой изгибающий момент [3]. Эмпирическим путем было определено, что усилие гибки при этом уменьшается настолько, что труба небольшого диаметра (до 40 мм) поддается гибке при

приложении изгибающего усилия, которое может быть развито рукой среднестатистического человека.

Также в ряде работ [8,10] было показано, что совместное приложение поперечных изгибающих и растягивающих усилий обеспечивает изменение геометрических размеров растягиваемых инструментов при приложении небольших усилий без разрушения. Этому способствует попеременное возникновение пластических шарниров от продольных и поперечных нагрузок. При гнутье труб на станке для холодной гибки труб происходят схожие изменения свойств материала, единственное, что почвой для уменьшения изгибающих усилий является вращение шариков раскатника, создающего упругие и пластические шарниры, которые также легко поддаются растяжению от вращения изгибающего ролика.

Принципиальная оценка механизма растяжения трубы была выполнена на экспериментальной установке на базе горизонтально-фрезерного станка и представлена на рисунке 2.

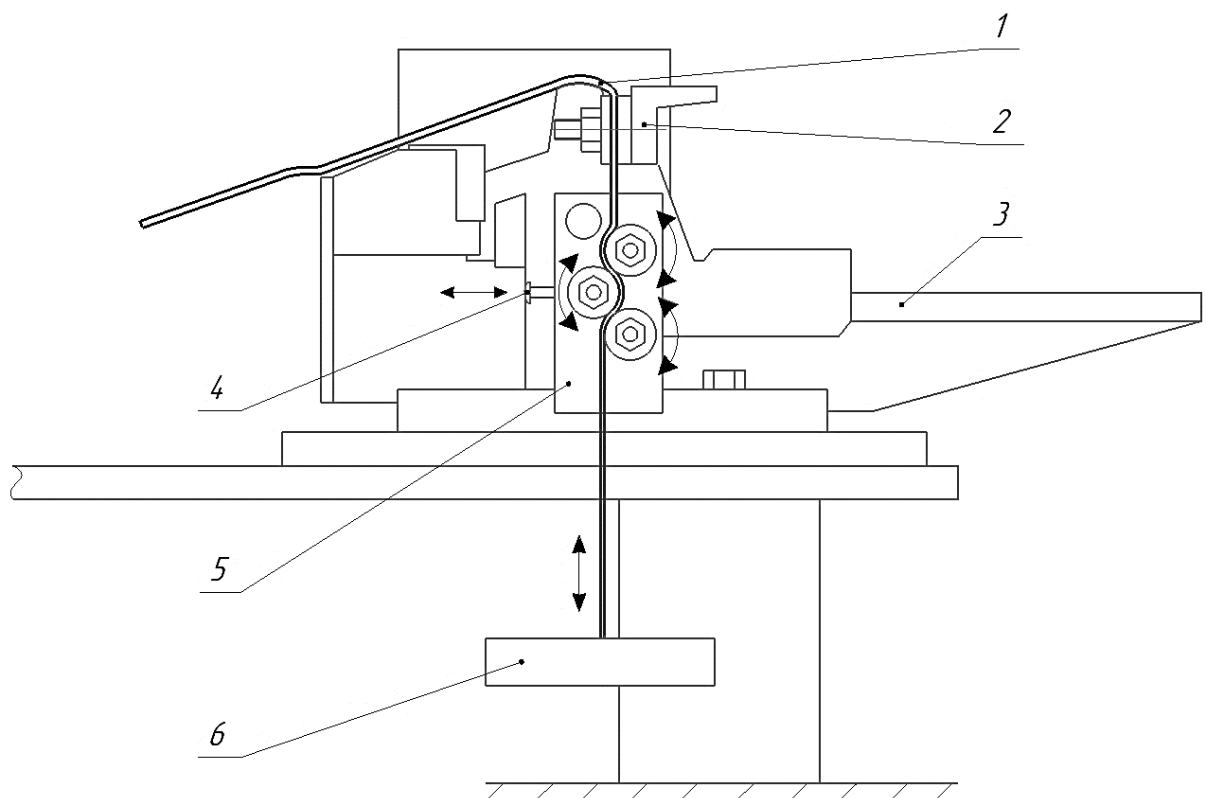


Рисунок 2 – Экспериментальная установка для проверки механизма уменьшения усилий деформирования испытуемого образца (образец из полоски листового металла):

1 – испытуемый образец, 2 – подвес, 3 – стол фрезерного станка, 4 – винт регулировки натяга вальцовки, 5 – роликовая вальцовка, 6 – груз

Проведенный эксперимент [10] показал, что действительно существует некоторая закономерность, обеспечивающая необратимое пластическое сжатие или растяжение элемента в направлении действия сил, совершающих работу соответственно на сжатие или растяжение. Испытуемые образцы в зависимости от материала могли растягиваться на значительную величину (до 10 % от первоначальной длины)

Достаточно похожий механизм производит работу по раздаче трубы от приложения растягивающих окружных усилий посредством её раскатывания. При гнутье труб на станке для холодной гибки труб происходят схожие изменения свойств материала, с тем отличием, что почвой для уменьшения изгибающих усилий является вращение шариков раскатника, создающего упругие и пластические шарниры, которые также легко поддаются растяжению от вращения изгибающего ролика.

Во всех точках области сечения изгибаемой трубы, подвергаемой раскатыванию, образуется знакопеременный изгиб, отличающийся тем, что при нем изгибные напряжения в краткий промежуток времени достигают значения предела текучести материала σ_T [4]. Этим и обуславливается приложение достаточно малого изгибающего усилия, которое и позволяет производить процесс гибки в перемещающейся с течением времени кольцевой зоне раскатывания трубы.

На рисунке 3 изображены изгибные напряжения, возникающие в точках поперечного сечения.

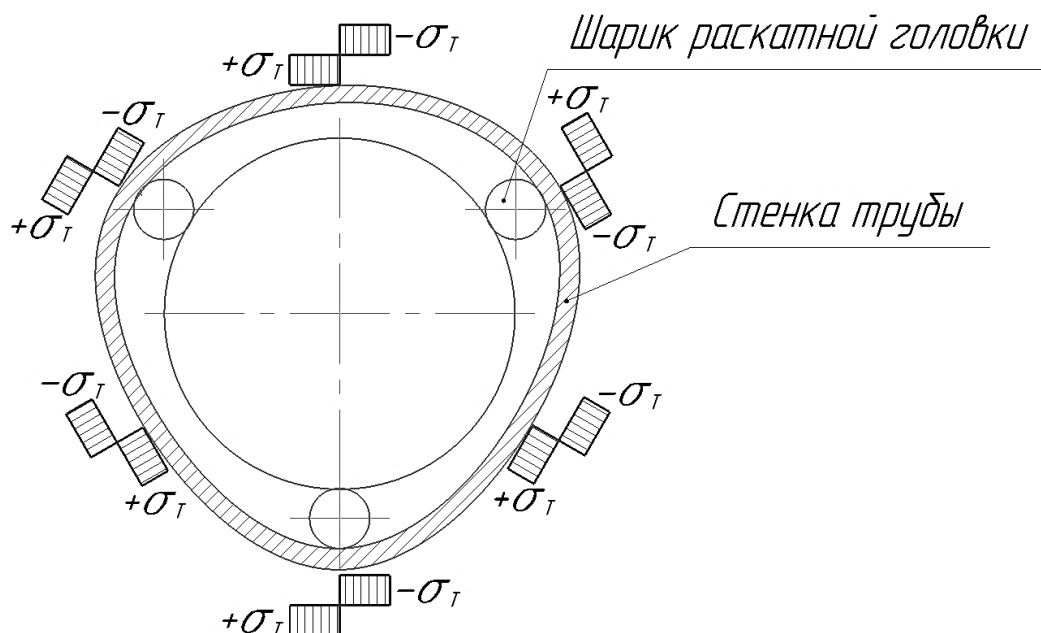


Рисунок 3 – Возникающий в точках кольцевой зоны раскатывания знакопеременный изгиб

Как было показано в ряде работ [6, 7], основным параметром, который рассчитывается для процесса холодной гибки труб, раскатываемых с большим натягом, является величина рабочего натяга, создаваемого деформирующими элементами в процессе гибки и необходимого для образования пластических шарниров [5].

Раскатывание отверстий в тонкостенных деталях многороликовыми и многошариковыми раскатниками с целью повышения точности и снижения шероховатости известно. Применение большого числа деформирующих элементов позволяет приблизить форму инструмента к форме раскатываемого отверстия, что в сочетании с малым натягом обеспечивает минимальные деформации раскатываемых деталей. При гибке с раскатыванием именно деформации трубы обеспечивают снижение изгибающих усилий, а это требует создания значительно больших натягов, что при большом числе деформирующих элементов сделать непросто, так как появляется необходимость создания весьма значительного натяга. Этот факт объясняется на рисунке 4.

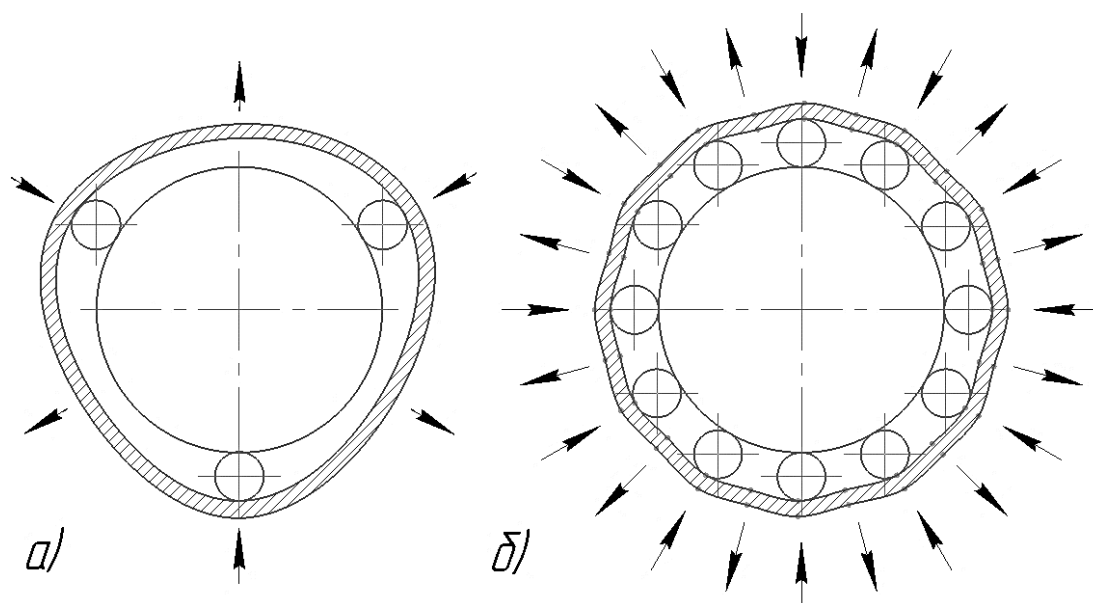


Рисунок 4 – Общая схема процесса раскатывания:

- а) при применении малого числа деформирующих элементов;
- б) при применении большого числа деформирующих элементов

Действительно, при достаточно большом числе деформирующих элементов разница между максимальным упругим натягом и натягом, при котором возникают пластические шарниры стремится к нулю [5]. Это говорит о том, что пластическое состояние возникает от растягивающих усилий, как и при дорновании, а роль изгибающих усилий и деформаций резко уменьшается. То есть при большом числе деформирующих элементов растягивающие усилия возрастают, а распределения нормальных напряжений в сечениях становятся резко асимметричными.

В результате можно предполагать, что раскатывание с малым числом деформирующих элементов [6] предполагает более широкий диапазон оптимального (рабочего) натяга, а также, при прочих равных факторах (размеры шариков раскатника и др.), удешевляет изготовление раскатника.

Также следует уточнить, что применение малого числа деформирующих элементов было обосновано ранее в ряде работ [7, 8] теоретическим и эмпирическим путем.

Было установлено, что при раскатывании трубы примерно половина сечения трубы находится в состоянии пластической деформации, что способствует совершенствованию гибки и должно снижать усилия гибки как минимум в 2 раза. [7] Распределение напряжений трубы при производстве её гибки представлено на рисунке 5.

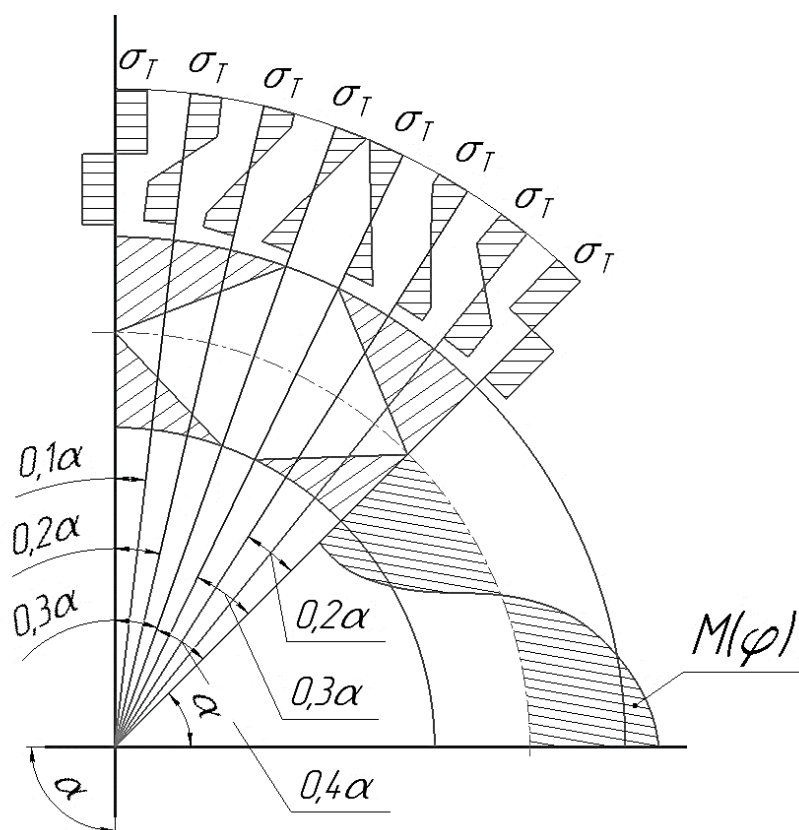


Рисунок 5 – Схема распределения напряжений при гибке трубы

На рисунке 5 показаны эпюры возникающих напряжений и наглядно представлены нагруженные и свободные от нагрузки участки трубы: незаштрихованные участки оказывают сопротивление гибке, а незаштрихованные – не оказывают. Анализируя рисунок, можно заметить, что площадь заштрихованных участков составляет приблизительно 50% от общей площади сечений, из чего должно следовать, что усилия гибки должны снижаться минимум в 2 раза. Для подтверждения этой гипотезы, было произведено измерение изгибающего момента у трубы, подвергаемой гибке без

раскатывания и с применением раскатывания [7]. Момент измеряли с помощью динамического динамометра. Измерения доказали, что раскатывание снизило величину изгибающего момента в 2-2,5 раза, что доказывает верность рассуждений о снижении усилий гибки.

Установлено, что основными преимуществами метода гибки труб путем создания натяга с помощью деформирующих элементов раскатника [5,7,9] являются следующие свойства:

- возможность снизить усилия изгиба;
- гибке данным методом можно подвергать трубы с толстыми и тонкими стенками;
- не требуется беспокоиться о возможной деформации поперечного сечения трубы;
- оборудование, предназначенное для данного способа гибки не требуется защищать от температурных воздействий – переохлаждения или, наоборот, перегрева;
- данный способ можно отнести к методам холодной гибки труб, при котором обеспечивается высокая безопасность производимых работ;
- производительность труда при использовании рассматриваемого метода гибки труб возрастает.

Для проведения дальнейших исследований необходимо произвести теоретический расчет для деформируемого сечения трубы при гибке с раскатыванием. Результатом анализа должен стать составленный алгоритм программы для ЭВМ, который позволит рассчитывать область допустимых натягов и подач, которые бы можно было безопасно назначать при гибке труб с раскатыванием деформирующими элементами без разрушения труб при настройке режимов их гибки.

Список использованных источников:

1. Пат. РФ 818707 Российская Федерация, МКИ В 21 D 9/14. Способ гибки труб / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич. – № 2713945/25; заявл. 17.06.79; опубл. 07.04.81, Бюл. № 13. – 3 с.
2. Гальперин А.И. Гнутье труб. – Москва: Госстройиздат, 1958. – 131 с.
3. Козлов А.В., Бобылев А.В. Гибка труб, раскатываемых с большими натягами: Учебное пособие. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999.
4. Козлов, А.В. Оценка натягов и усилий при гибке труб с раскатыванием / А.В. Козлов, Я.М. Хилькевич // Вестник ЮУрГУ. – 2004. – № 5 (34). – С. 125–132.
5. Козлов, А.В. Напряженное состояние в трубе при ее гибке с раскатыванием и парами близко расположенных деформирующих элементов / А.В. Козлов, В.Г. Шеркунов, Я.М. Хилькевич // Вестник машиностроения. – 2009. – № 8. – С. 67–70.
6. Бобылев, А.В. Повышение эффективности процесса формообразования криволинейных деталей трубопроводов за счет воздействия на трубу вращающимся раскатником: дис. ... канд. тех. наук: 05.03.01 / А.В. Бобылев. – Челябинск, 2002. – 162 с.

7. Козлов, А.В. Определение предельных натягов и усилий при гибке труб с раскатыванием // А.В. Козлов, Я.М. Хилькевич // Известия Челябинского научного центра. – 2004. – Вып. 1(22). – С. 101–107

8. Козлов, А.В. Новые процессы и оборудование для гибки труб. Инновационные технологии в металлургии и машиностроении: Сб.науч.тр. / А.В. Козлов, В.Г. Шеркунов // Екатеринбург: Унив.Тип. Альфа Принт. 2013. – 493 с.

9. Козлов, А. В. Развитие теории, технологии и оборудования для холодной гибки тонкостенных труб с воздействием на трубу вращающимся деформирующим инструментом: автореф. дис. ... док. тех. наук: 05.02.09 / А. В. Козлов; ЮУрГУ. – Челябинск, 2010. – 35 с.

10. Козлов, А.В. Механизмы снижения усилий гибки труб при их раскатывании с большими натягами / А.В. Козлов, В.Г. Шеркунов, Я.М. Хилькевич // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2009. – 4 с.

УДК 621.9

Построение схемы действия сил резания на режущие кромки монолитного трехзубого зенкера

Токарев Артем Сергеевич

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета "МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

tokarev_a_s91@mail.ru

В статье рассказывается и показывается схема действия сил резания на режущие кромки монолитного сборного зенкера со сменными многогранными пластинами, а также представлена новая разработанная схема действия сил резания на режущие кромки трехзубого монолитного зенкера.

Ключевые слова: зенкер, монолитный инструмент, силы резания, трехзубый зенкер, концевой мерный инструмент, осевой инструмент.

The Development of the Diagram of Cutting Forces Impact on the Cutting Bits of a Monolithic Three-Toothed Countersink

Tokarev Artem Sergeevich

Tryokhgorny Technological Institute – branch of the National Research Nuclear University "MEPhI" (TTI NRU MEPhI), Tryokhgorny

The article describes the diagram of cutting forces impact on the cutting bits of a monolithic assemblable countersink with indexable insert. The new developed diagram of cutting forces impact on the cutting bits of a monolithic three-toothed countersink is presented.

Keywords: countersink, monolithic tool, cutting forces, three-toothed countersink, end measuring tool, axial tool.

При обработке отверстий в машиностроении используется мерный концевой инструмент (КМИ). К нему относят сверла, зенкера, развертки, протяжки, фрезы и т.д. [1] Каждый из этих режущих инструментов способен обеспечить определенную точность диаметрального размера, расположения оси и шероховатости поверхности.

В работах [2, 3] было доказано что на режущие лезвия осевого инструмента действуют различные радиальные силы, в результате чего, возникает увод оси.

Для сборного трехзубого зенкера со сменными многогранными пластинами уже были построены схемы действия сил резания на режущие кромки сменным многогранных пластин, рисунок 1.

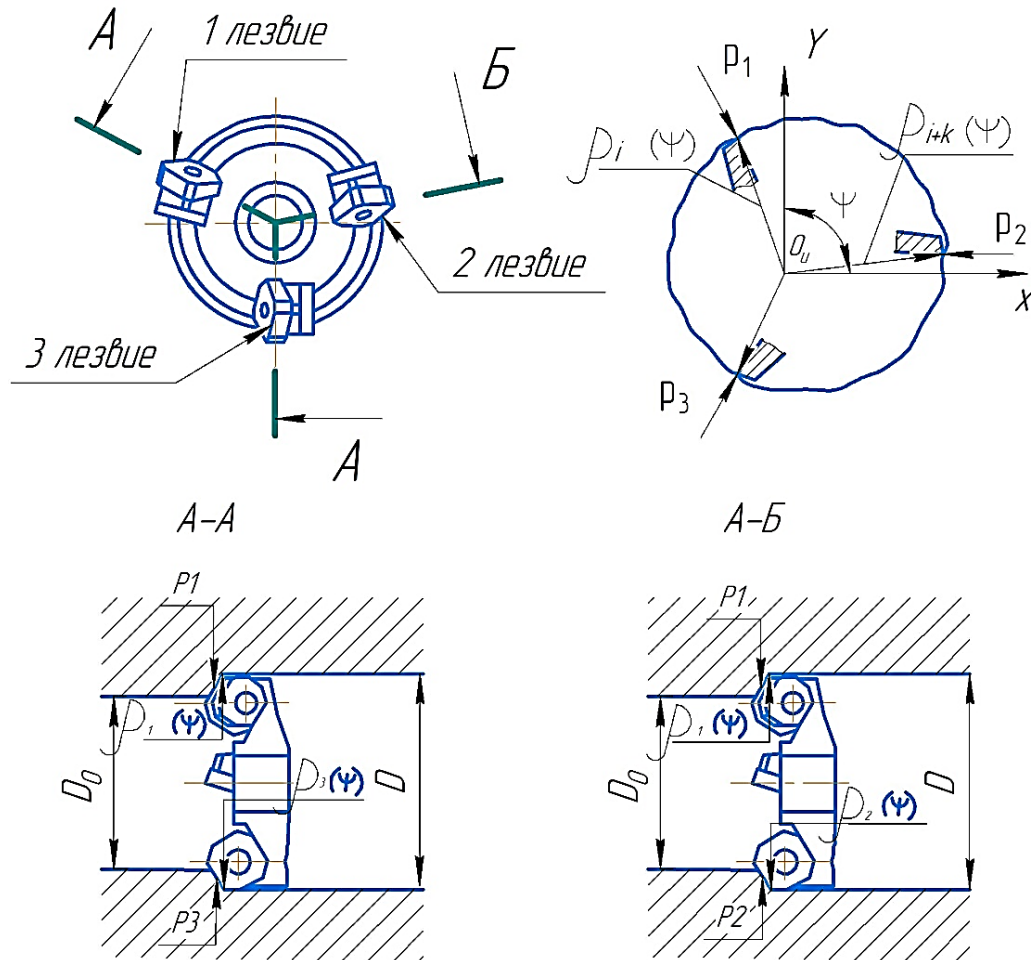


Рисунок 1 – Схема действия сил резания на режущие кромки сменных многогранных пластин

Построим аналогичную схему действия сил, но уже на многолитный трехзубый зенкер, рисунок 2.

Где D_0 – диаметр отверстия до зенкерования, мм;

D – диаметр отверстия после зенкерования, мм;

P_1, P_2, P_3 – радиальные силы, действующие на режущие кромки зенкера, Н;

$\rho(\psi)$ – текущее положение радиус-вектора лезвия, град

Исходя из полученных построений можно сделать вывод, что схема сборного режущего инструмента и монолитного инструмента имеет схожее строение, а, следовательно, для монолитного инструмента можно применять уже разработанную схему действия сил резания на режущие кромки, но с учетом геометрических особенностей.

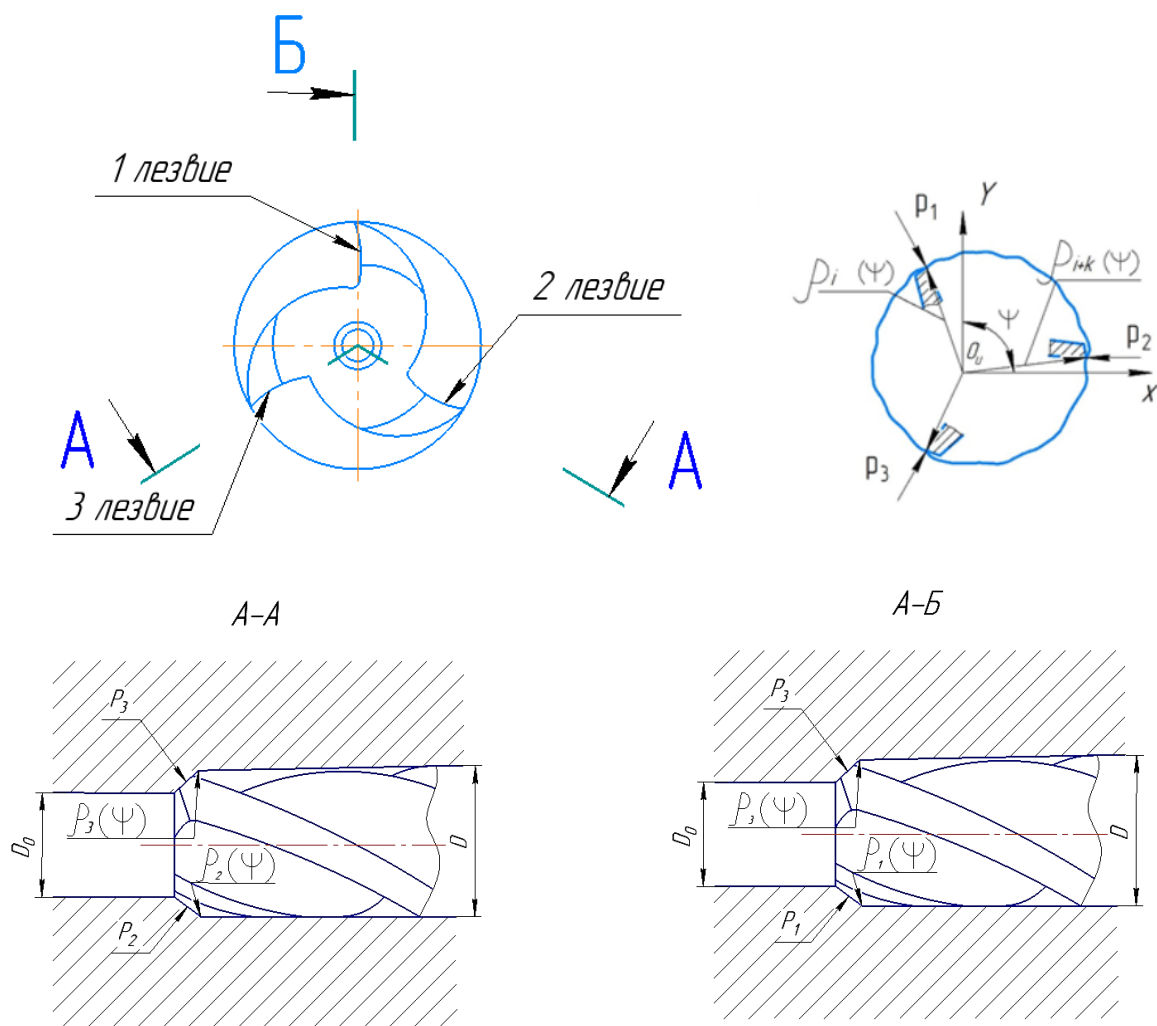


Рисунок 2 – Схема действия сил резания на режущие кромки монолитного трехзубого зенкера

Список использованных источников:

1. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ: справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – М.: Машиностроение, 2005. – 386с.
2. Дерябин И.П. Методология параметрического проектирования многопереходной обработки круглых отверстий концевыми мерными инструментами: Автореф. дис. на соискание учен. степени докт. техн. наук: спец. 05.02.08 «Технология машиностроения» / И.П. Дерябин; – Челябинск. 2009 г.
3. Токарев А.С. Снижение трудоемкости обработки отверстий путем повышения точности расположения их осей на операциях зенкерования сборными инструментами : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 2.5.6. / Токарев Артем Сергеевич; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» ; Диссовет 24.2.357.02 (Д 212.186.03)]. – Челябинск, 2022. – 21 с.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ В НАУКЕ

УДК 38.975

О силе взаимодействия точечного заряда с проводящим шаром

Зубова Наталья Валерьевна

Московский государственный университет технологии и управления (ПКУ)

им. Разумовского, Москва

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

na448@yandex.ru

В статье изложен способ определения силового взаимодействия между зарядом и незаряженным проводящим шаром. Метод изображений позволил свести интегральный способ решения задачи к отысканию силы взаимодействия между точечными зарядами.

Ключевые слова: электрическое поле, сила взаимодействия зарядов, проводящий шар, точечный заряд, метод изображений.

About the Force of Interaction of a Point Charge with a Conducting Ball

Zubova Natalia Valeryevna

*Moscow State University of Technologies and Management
(The First Cossack University) K.G. Razumovsky, Moscow*

*Tryokhgorny Institute of Technology – branch of the National Research Nuclear
University "MEPhI", Tryokhgorny*

The article describes the method for determining the force interaction between the charge and the uncharged conducting ball. The image method made it possible to reduce the integral method of solving the problem to finding the force of interaction between point charges.

Keywords: electric field, force of interaction of charges, conducting ball, point charge, image method.

Важной задачей в разделе физики электростатики служит нахождение силы $\vec{F}$ взаимодействия между заряженными телами q посредством электростатического поля $\vec{E}$. Решение задачи принимает интегральный вид в случае взаимодействия системы точечных зарядов с равномерно заряженными объемными (поверхностными) телами:

$$F = \int E dq = \int E \cdot \rho dV = \int E \cdot \sigma dS \quad (1)$$

где E – напряженность электрического поля; ρ – плотность распределения заряда по телу объемом V ; σ – плотность заряда по поверхности S [3, с. 27].

Напряженность поля шара, определяется с помощью теоремы Остроградского-Гаусса:

$$E = \begin{cases} \frac{qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} = \frac{\rho r}{3\epsilon_0} - \text{внутри шара } (r < R) \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} - \text{на поверхности шара } (r = R) \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} - \text{вне шара } (r > R) \end{cases} \quad (2)$$

где $\rho = \frac{dq}{dV}$ – объемная плотность заряда; $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ – объем шара [5].

Наибольшей сложностью служит нахождение силы взаимодействия системы зарядов с проводящими незаряженными объемными телами. Система зарядов вызовет

перераспределение зарядов на поверхности тел, в результате образуются индуцированные заряды. Плотность распределения зарядов по поверхности будет неоднородной. Наибольшее скопление зарядов будет наблюдаться в точках, которые расположены ближе всего к зарядам-источникам. Интегральный подход решения задачи (1) в этом случае следует заменить «методом изображений в электростатике» [1].

Суть метода заключается в сведении исходных данных задачи, в которой рассматриваются заряды и проводящие объемные тела, к задаче, в которой есть те же заряды и добавочные заряды-изображения. Силовые линии электростатического поля образованные зарядами-источниками и зарядами-изображениями должны совпадать с линиями исходных заряженных объектов. Математически задача сводится к нахождению результирующего потенциала. Рассмотрим такую задачу на примере взаимодействия заряда и шара [2].

Пусть имеем точечный заряд q помещенный на расстоянии a от центра незаряженного проводящего шара радиуса R . Найдем силу, с которой точечный заряд q притягивает шар (рис. 1).

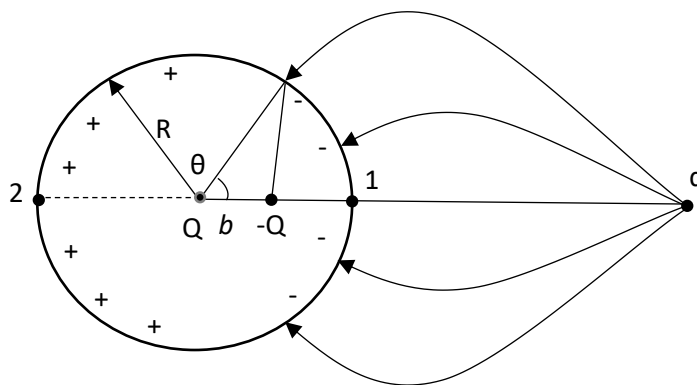


Рисунок 1 – Электростатическое поле точечного заряда и проводящего шара

Определим силу, действующую на заряд со стороны проводящего незаряженного шара методом изображений. Найдем такое расположение точечных зарядов, при котором одной из эквипотенциальных поверхностей является шар. Задача с двумя неравными точечными зарядами отображает картину эквипотенциальных поверхностей [4]. Один из зарядов q служит источником поля, а второй заряд-изображение Q требуется найти.

Потенциал в центре шара за счет индуцированных зарядов:

$$\varphi_0 = \sum k \frac{Q_i}{R} + k \frac{q}{a} = k \frac{q}{a}, \quad (3)$$

так как $\sum Q_i = 0$.

В соответствии с методом изображений разместим заряды Q в центре, а $-Q$ на

расстоянии b от центра. Воспользуемся принципом суперпозиции полей для нахождения расстояния b до заряда-изображения. Учтем, что шар является эквипотенциальным телом.

Определим суммарный потенциал в точке 1 (рис. 1):

$$\frac{q}{a} = -\frac{Q}{R-b} + \frac{Q}{R} + \frac{q}{a-R}. \quad (4)$$

Результирующий потенциал в точке 2 (рис. 1):

$$\frac{q}{a} = \frac{Q}{R} - \frac{Q}{R+b} + \frac{q}{a+R}. \quad (5)$$

(через точки Q и $-Q$ решение не получится).

Преобразуем полученную систему уравнений (3) и (4) к виду:

$$0 = Q \left(\frac{1}{R+b} - \frac{1}{R-b} \right) + q \left(\frac{1}{a-R} - \frac{1}{a+R} \right), \quad (6)$$

Выразим Q из (3):

$$Q \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R-b} \right) = q \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a-R} \right), \quad (7)$$

$$Q = q \frac{R^2(R-b)}{ab(a-R)}. \quad (8)$$

Подставим Q в (5), откуда:

$$b = \frac{R^2}{a}. \quad (9)$$

Для нахождения величины заряда Q воспользуемся равенствами (7) и (8), тогда:

$$Q = q \frac{R}{a}. \quad (10)$$

Определим силу взаимодействия F между зарядом и шаром:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}, \quad (11)$$

где $\vec{E} = \sum \vec{E}_i$ – вектор напряженности поля в точке q образованный заданными точками Q и $-Q$.

Напряженность электрического поля, созданная зарядами, распределёнными по поверхности шара, по модулю равна:

$$E = k \frac{Q}{(a-b)^2} - k \frac{Q}{a^2} \quad (12)$$

и направлена к центру шара.

Подставив (8) и (9) в (11), получим:

$$E = \frac{kQ}{a^2} \left(\frac{1}{1 - R^2/a^2} - 1 \right). \quad (13)$$

Для нахождения силы взаимодействия между заряженными объектами решим совместно (11) и (13):

$$F = \frac{kqQ}{a^2} \left(\frac{1}{1 - R^2/a^2} - 1 \right). \quad (14)$$

С учетом (10) имеем:

$$F = \frac{kq^2R}{a^3} \left(\frac{1}{1 - R^2/a^2} - 1 \right), \quad (15)$$

есть решение задачи, позволяющее определить силу F , действующую со стороны точечного заряда q на проводящий шар радиуса R отстоящего на расстоянии a от его центра.

Список использованных источников:

1. Зубова Н. В. Распределение поверхностной плотности индуцированного заряда // Наука ТТИ НИЯУ МИФИ – 2023: Сборник научных трудов. – Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2023. С. 162–167.
2. Зубова Н. В. Исследование электростатического поля заряда и проводящей поверхности в лабораторном практикуме вуза // XXIII всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2023». Посвящается 120-летию со дня рождения И. В. Курчатова и 75-летнему юбилею ФГУП «ПО «Маяк»: Сборник статей. Озёрск, 19-21 апреля 2023 г. – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2023. С. 226–230.
3. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие 9-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 319 с.
4. Лоскутников В. С. Функция Грина и метод изображений в задачах электростатики // Проблемы современной науки и образования 2021 №10 (167) С. 6–10.
5. Питолин В. М. Моделирование распределения электромагнитного поля воздушных линий электропередач методом зеркальных отображений / Питолин В. М., Федоров М. Н., Федоров Д. М. // Вестник Воронежского государственного университета. 2011 Т. 7. № 8. С. 9–12.

УДК 621.313.52

ГРНТИ 44.29.29

Пьезоэффект. Пьезоэлектрический генератор

*Синицын Илья Алексеевич, Смольников Геннадий Петрович,
Баландин Павел Сергеевич*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

sinicynila2@gmail.com, genasmol.2@gmail.com, balandin.pavel@list.ru

В ходе данного проекта исследовано использование пьезогенератора для преобразования механической энергии в электрическую. Установлено, что пьезоэлектрические материалы способны эффективно преобразовывать вибрационную энергию в электрическую, что делает их перспективным решением для создания автономных источников энергии.

Ключевые слова: пьезоэффект, пьезоэлектричество, пьезогенератор, преобразование механической энергии, принципы работы.

Piezoelectric effect. Piezoelectric generator

Sinitsyn Ilya Alekseevich, Smolnikov Gennady Petrovich, Balandin Pavel Sergeevich

*Tryokhgorny Institute of Technology – branch of the National Research Nuclear
University "MEPhI", Tryokhgorny*

In this project the use of a piezogenerator for converting mechanical energy into electrical energy is investigated. It is established that piezoelectric materials are capable to convert vibrational energy into electrical energy in an effective way, that makes them a promising solution for creating autonomous energy sources.

Keywords: piezoelectric effect, piezoelectricity, piezo generator, mechanical energy conversion, principles of operation.

Пьезоэлектрические генераторы представляют собой технологические устройства, способные преобразовывать механическую энергию в электричество

с использованием пьезоэлектрического эффекта. В последние годы актуальность пьезоэлектрических генераторов значительно возросла благодаря широкому спектру их потенциальных применений в различных областях.

Одним из ключевых факторов, определяющих актуальность пьезоэлектрических генераторов, является их энергоэффективность и универсальность. Пьезоэлементы могут быть использованы для сбора энергии в различных условиях, таких как колебания, вибрации, давление и т.д. Это делает их идеальным решением для автономных устройств, работающих в условиях, где доступ к традиционным источникам энергии затруднен.

Кроме того, пьезоэлектрические генераторы являются экологически чистым источником энергии, поскольку они не используют химические элементы и не выделяют вредных веществ в процессе работы. Это делает их привлекательным решением для различных экологически ориентированных проектов и технологий.

Принцип работы пьезоэлектрического генератора основан на явлении пьезоэффекта, который заключается в возникновении электрического заряда в кристаллических материалах при их механическом деформировании.

Пьезоэлектрические материалы представляют собой уникальный класс веществ, способных генерировать электрическое напряжение под воздействием механического давления и наоборот. В их число входят кварц, турмалин, рогатый сланец, цирконат-титанат свинца, и нитрид алюминия.

Пьезоэлектрический генератор состоит из пьезокристалла, который может соединяться с металлическими электродами. При приложении механического давления или деформации к пьезокристаллу происходит разделение зарядов внутри материала и возникает потенциал между электродами.

При изменении давления на пьезокристалле происходит изменение его формы и размеров, что приводит к изменению электрического поля внутри материала. Таким образом, в результате пьезоэлектрического эффекта в генераторе генерируется переменное электрическое напряжение.

Полученное электрическое напряжение может быть использовано для питания различных электронных устройств, зарядки аккумуляторов, создания автономных источников питания и прочих приложений. В процессе исследования были выявлены преимущества и недостатки пьезогенераторов.

К преимуществам можно отнести:

- 1) Преобразование механической энергии в электрическую: Пьезоэлектрические материалы используются для создания датчиков и генераторов, которые способны преобразовывать механическую энергию, такую как вибрации, колебания или давление, в электрический заряд. Это позволяет использовать пьезоэлементы в системах сбора энергии и в различных устройствах для преобразования энергии.

2) Низкий уровень энергопотребления: Пьезоэлектрические устройства характеризуются низкими энергозатратами и длительным сроком службы, что делает их привлекательными для применения в автономных системах, беспроводных устройствах и низкопотребляющей электронике.

3) Работа в экстремальных условиях: пьезоэлементы способны работать в широком диапазоне условий, включая высокие и низкие температуры, агрессивные среды и условия вибрации, что делает их идеальным выбором для применения в условиях, где другие технологии могут оказаться непригодными.

4) Миниатюризация и компактность: пьезоэлектрические элементы компактны и легко интегрируются в различные устройства и системы, что позволяет использовать их в мобильных устройствах, медицинском оборудовании, промышленных системах мониторинга и многих других областях.

Из-за этих преимуществ пьезоэлектрические элементы и устройства на их основе остаются актуальными и играют важную роль в различных отраслях, включая промышленность, медицину, энергетику, авиацию, автомобильную промышленность и потребительскую электронику.

Среди недостатков пьезогенераторов можно выделить:

1) Небольшой ток. пьезогенератор является преобразователем, но не источником электроэнергии.

2) Выработка электрического заряда только в момент механического воздействия. Ток идет краткосрочный, что требует внедрение в ряд устройств дополнительных элементов. В результате конструкция усложняется, а значит, утрачивает свою надежность.

Несмотря на эти недостатки, постоянные исследования и разработки в области пьезоэлектрических технологий направлены на устранение этих проблем и улучшение характеристик пьезоэлектрических генераторов, что делает их все более перспективными для использования в различных областях.

В ходе изучения свойств пьезоэлемента нами разработана 3d модель будущего генератора с помощью компьютерной программы «Компас». Модель генератора представлена на рис. 1

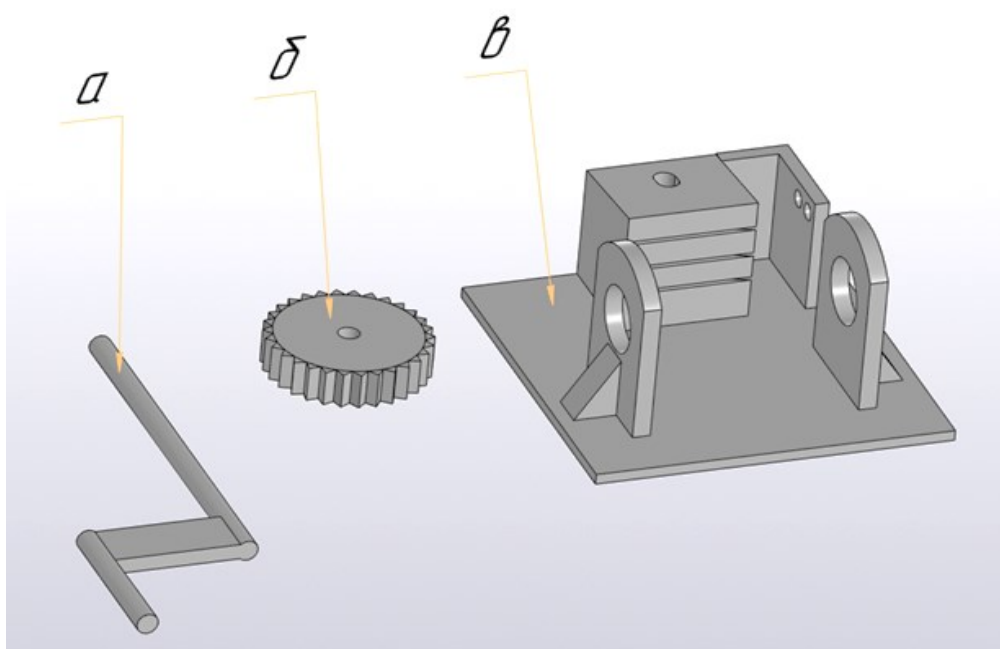


Рис.1. Составные детали механической части пьезогенератора

- а) рукоять для вращения шестерни, б) шестерня «раздражающая пьезоэлементы»,
в) основание генератора

Далее элементы, указанные на рис.1 были распечатаны на 3d принтере модели Ghost bear 6. См рис.2.

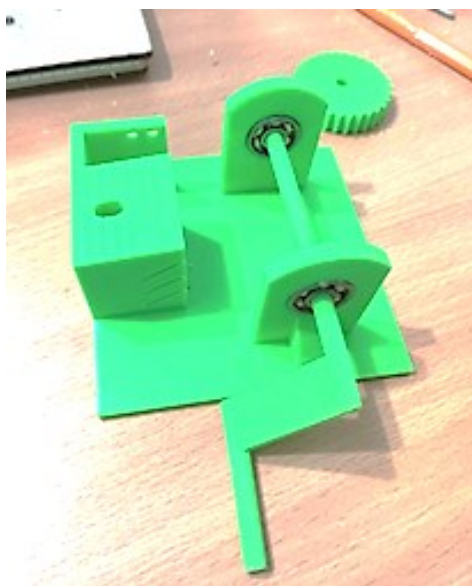


Рис.2. Распечатанная модель генератора на основе пьезоэлементов

В ходе подготовки проекта были учтены отверстия под рукоять с учетом монтажа подшипников с внутренним диаметром 6 мм и наружным диаметром 19 мм, в целях уменьшения трения между сопрягаемыми подвижными деталями генератора.

После подготовки механической части генератора приступили к сборке его электрической части, также для демонстрации эффекта генератора использовался светодиод номинальным напряжением 3 В и мощностью 15 мА. Принципиальная схема электрической части изображена на рис.3.

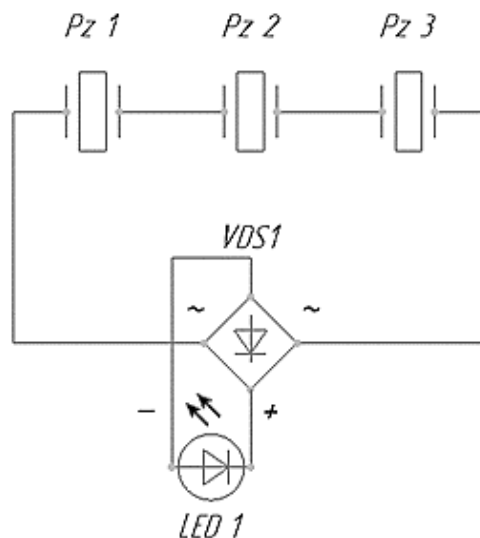


Рис.3. Принципиальная схема электрической части генератора

Так как светодиод пропускает электрический ток в одном направлении, мы использовали выпрямитель электрического тока, чтобы избежать лишних потерь электрической энергии.

На рисунке 4 изображен генератор в сборе.

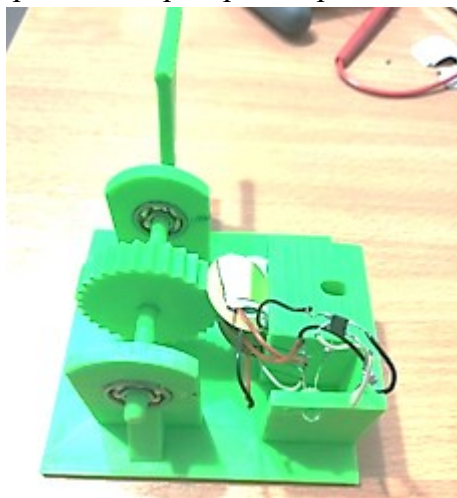


Рис.4. Генератор на основе пьезоэлементов в сборе

В ходе исследования данного генератора мы установили, что при частоте обращения рукояти в 1 Гц мы получаем напряжение на выходе 2,2 В, что сопоставимо с напряжением батарейки типа «А». Сила тока, которую при этом мы получаем, равна 87 мкА, следовательно, примерная мощность, которую вырабатывает такое устройство, равна 191,4 мкВт.

В ходе данного исследования нами выяснено, что использование пьезоэлементов в качестве генераторов электрического тока может быть достаточно эффективным. Следовательно, такие устройства в перспективе могли бы использоваться в качестве альтернативных источников питания.

Список использованных источников:

1. Плоский А. Ф. Пьезоэлектричество. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. – 68 с.
2. Бобцов А.А., Бойков В.И., Быстров С.В., Григорьев В.В., Карев П.В. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений. – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 134 с.
3. Пьезоэлектрики: принцип работы, применение и перспективы развития // Научные статьи URL: <https://707.su/7сАо> (дата обращения 10.03.2024)
4. Пьезоэлектрический эффект // Старт в науке URL: <https://school-science.ru/17/11/51907> (дата обращения 19.03.2024)
5. Явление пьезоэлектрического эффекта // О пьезокерамике и перспективах ее применения URL: <https://masters.donntu.ru/2011/etf/kolesnikov/library/article4.htm>.
6. НАУКА ТТИ НИЯУ МИФИ – 2023: Сборник научных трудов. – Трехгорный ТТИ НИЯУ МИФИ, 2023. – 232с.
7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: учебное пособие в 10 томах. Т. 6. Электромеханика. М: ФИЗМАТЛИТ, 2016. 656 с.
8. Задоя Н.И. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ. – 1-е изд. – Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт. 2014. – 59 с.
9. 3D-печать производственной оснастки. Globatek. [Online] – <https://globatek.ru/3d-wiki/proizvodstvennaya-osnastka> (дата обращения 15.03.2024)
10. Гольдберг О.Д. Хелемска С. П. Электромеханика. – 1-е изд. – Москва: Академия, 2007. – 212 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

УДК 004.4

Система импорта в реестр Минтруда обученных работников

Вебер Вера Александровна

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета “МИФИ” (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

VAVeber@mephi.ru

В статье рассмотрено программное обеспечение для передачи сведений в реестр по обучаемым программам охраны труда. Система позволяет хранить информацию по всем программам, проводить аналитику и осуществлять выгрузку в реестр для выполнения требований Минтруда.

Ключевые слова: система, формирование реестра, Минтруд, охрана труда.

The System for Importing Trained Employees into the Ministry of Labour Register

Veber Vera Alexandrovna

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University "MEPhI", Tryokhgorny*

The article considers the software for transferring information to the register of on-the-job safety training programs. The system allows to store the information on all the programs, to analyze and to upload to the register to meet the requirements of the Ministry of Labour.

Keywords: system, register formation, Ministry of Labour, labour protection.

С марта 2023 года вступила в действие правила по новым реестрам Минтруда России и новые требования к организации обучения по охране труда [1]. На базе ТТИ НИЯУ МИФИ организовано подобное обучение. В основном проводится обучение для сотрудников градообразующего предприятия ФГУП «Приборостроительный завод им. К.А. Володина».

После введения новых требований работодатель должен иметь личный кабинет по охране труда через Единую систему идентификации и аутентификации (ЕСИА). После соответствующих настроек и предоставления прав ответственный сотрудник может передать сведения в реестр по всем обученным.

Одним из вариантов подачи является ручное заполнение всех сведений для внесения в реестр. Однако такой подход время затратен и не исключает ошибок. Более удобным является импортирование файла в установленном Минтрудом формате [2].

Для импорта возможно использование сторонних программ. Однако их функционал ограничен, программное обеспечение требует оплаты или требует поддержки.

Лучшим вариантом является разработка своего программного обеспечения с интеграцией в образовательную среду, возможностью просмотра статистики и формированием протоколов.

Реализуемая система реализована с использованием базы данных PostgreSQL. Полнофункциональная СУБД с открытым кодом PostgreSQL образовала вокруг себя экосистему построения и эксплуатации высокопроизводительных решений и сегодня эту систему можно рассматривать как альтернативу коммерческим продуктам.

Общая структура базы данных представлена на рисунке 1.

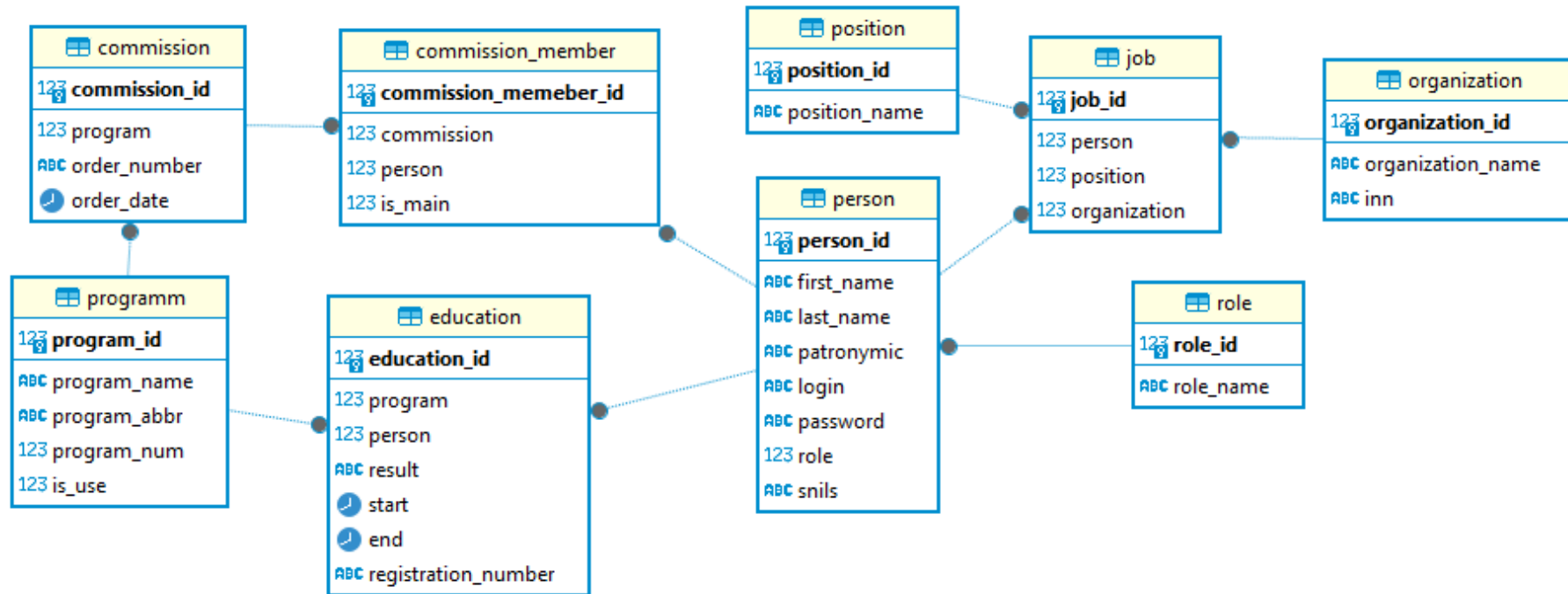


Рисунок 1. Структура базы данных

Подлинность входа реализована доменной авторизацией. После успешной аутентификации сотруднику доступны список программ. Ответственный за обучение может выбрать все доступные программы посредством установки доступности. Каждая программа содержит наименование, аббревиатуру и признак доступности. Страница выбора программ показана на рисунке 2.

Информация об обучаемых по программам ДПО | Программы обучения

Программы обучения Справочники Настройка

Номер	Наименование	Аббр	Доступна	
1	Оказание первой помощи пострадавшим	ПП	☒	
2	Использование (применение) средств индивидуальной защиты	СИЗ	☒	
3	Общие вопросы охраны труда и функционирования системы управления охраной труда	А	☒	
4	Безопасные методы и приемы выполнения работ при воздействии вредных и (или) опасных производственных факторов, источников опасности, идентифицированных в рамках специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков	Б	☒	
6	Безопасные методы и приемы выполнения земляных работ	В	☐	
7	Безопасные методы и приемы выполнения ремонтных, монтажных и демонтажных работ зданий и сооружений	В	☐	

Рисунок 2 – Выбор доступности программ.

Программа хранит данные об организациях, должностях, обучаемых и членах комиссии.

После заполнения всех сведений и успешной сдачи экзамена сотрудник видит доступные для загрузки данные по обучаемым. Пример сведений для загрузки показан на рисунке 3.

Добавить									
Фамилия	Имя	Отчество	СНИЛС	Организация	ИНН	Профессия	Результат	Дата протокола	Номер протокола
Иванов	Иван	Иванович	11121-34-234	Федеральное государственное унитарное предприятие "Приборостроительный завод имени К.А. Володина"	7405000428	ведущий инженер	удовлетворительно	4/5/2024 12:00:00 AM	654/6

Рисунок 3 – информация для выгрузки в xml

При выгрузке данных формируется файл xml определенного формата. В первую очередь указывается используемая кодировка. Следующим элементом является конфигурация заголовка схемы xml и пространства имен. Внутри указывается запись для каждого по обучаемого по каждой программе. Общая структура показана на рисунке 4.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<RegistrySet xsi:noNamespaceSchemaLocation="schema.xsd" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <RegistryRecord>
    <Worker>
      <LastName>Фамилия</LastName>
      <FirstName>Имя</FirstName>
      <MiddleName>Отчество</MiddleName>
      <Snils>111-111-111 50</Snils>
      <Position>должность</Position>
      <EmployerInn>7405000428</EmployerInn>
      <EmployerTitle>Федеральное государственное унитарное предприятие "Приборостроительный завод имени К.А.Володина"
    </EmployerTitle>
    </Worker>
    <Organization>
      <Inn>7724068140</Inn>
      <Title>Трехгорный технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»</Title>
    </Organization>
    <Test isPassed="true" learnProgramId="1">
      <Date>2024-02-29</Date>
      <ProtocolNumber>690/2024</ProtocolNumber>
      <LearnProgramTitle>Оказание первой помощи пострадавшим</LearnProgramTitle>
    </Test>
  </RegistryRecord>
```

Рисунок 4 – структура файла для импорта

Сформированный файл загружается на сайт Минтруда. Если не передать данные в Реестр обученных, работодатель нарушит требования охраны труда. Это влечет за собой административную ответственность

Еще одним достоинством системы является возможность формирования протокола и просмотра статистики по всем обученным.

Разработанная система ускоряет и оптимизирует работу, повышает качество и надежность процесса импорта в реестр Минтруда. Ее использование позволяет соблюдать все требования Минтруда, проводить обучение по охране труда и формировать необходимую документацию.

Список использованных источников:

1. Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 N 2464 (ред. от 30.12.2022) "О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда" (вместе с "Правилами обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда")
2. Федеральная государственная информационная система учета результатов проведения специальной оценки условий труда | ФГИС СОУТ. – Москва. – URL: <https://akot.rosmintrud.ru/sout/info> (дата обращения 02.04.2024).

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

УДК 657.478.8

Оценка экономичности разработанной защиты ракеты от воздействия специальных факторов

Кашапова Алина Марсовна, Лобанов Виктор Сергеевич

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

kashapova.lina_03@mail.ru

В данной статье рассматривается эффективность внедрения нового типа механизма защиты бортовой аппаратуры системы управления ракеты от воздействия специальных факторов. Рассчитаны себестоимости изготовления механизмов защиты старого и нового типа, произведено их сравнение.

Ключевые слова: экономика, экономическая эффективность, себестоимость, производство, ракетный центр.

Evaluation of the Cost-Effectiveness of the Developed Missile Protection against Special Factors

Kashapova Alina Marsovna, Lobanov Viktor Sergeevich

*Tryokhgorny Technological Institute, a branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgorny*

In this article the efficiency of introduction of a new type of mechanism for protection of on-board equipment of the missile control system from the impact of special factors is

considered. The production costs of the old and new types of protection mechanisms are calculated, their comparison is made.

Key words: economics, economic efficiency, production cost, production, missile center.

В настоящее время ТТИ НИЯУ МИФИ сотрудничает с государственным ракетным центром имени академика В.П. Макеева, представляя свои разработки по модернизации различных механизмов и систем.

Бортовая аппаратура управления полетом ракеты обеспечивает прием команд управления, подаваемых с наземных радиолокационных средств комплекса, их преобразование в электрические сигналы, которые управляют положением ракеты на траектории ее движения. Для приема сигналов и определения координат в корпусе ракеты имеется специальное отверстие. После получения информации отверстие должно быть закрыто, так как при проникновении через него лазерного излучения бортовая аппаратура системы управления начнет нагреваться и впоследствии выйдет из строя, что повлечет за собой уничтожение ракеты.

Механизмы защиты, используемые ранее, были изготовлены по типу ирисовых диафрагм, как у фотоаппарата. В данных механизмах использовалось разное количество ламелей различной формы в зависимости от типа механизма. Самым распространенным является тип с 14 ламелями, расчет себестоимости будет произведен для такого в качестве примера. Такой механизм показан на рисунке 1.

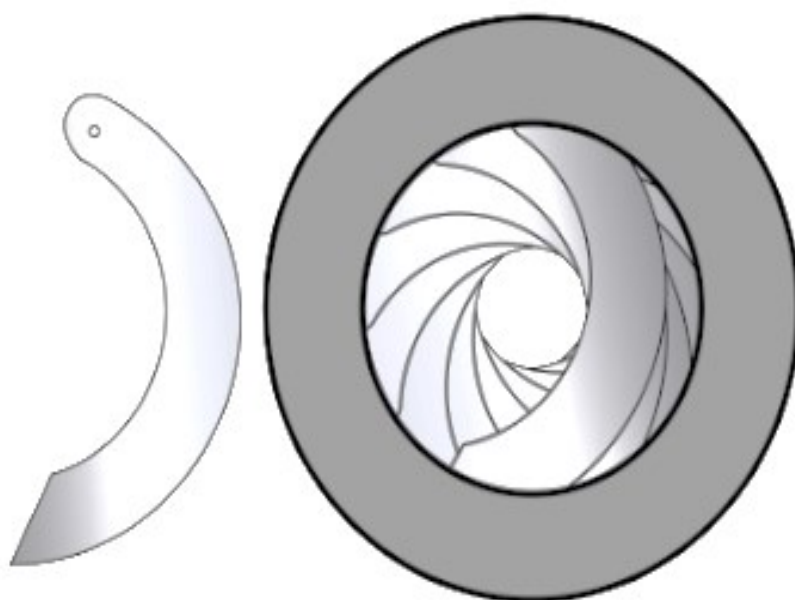


Рисунок 1 – Ирисовая диафрагма

Однако использование ирисовой диафрагмы любого типа имеет хотя бы один из следующих недостатков:

- габаритные размеры диафрагмы больше максимальных размеров, отведенных под механизм;
- перекрытие отверстия происходит не полностью, остается небольшое отверстие посередине;
- в точке соприкосновения ламелей существует небольшой зазор, появляющийся при изготовлении.

Даже небольшого зазора достаточно для воздействия на аппаратуру лазерным лучом, электрическим импульсом или рентгеновским излучением для вывода ракеты из строя, а в худшем случае мгновенного ее подрыва. Для избавления от этих недостатков система защиты была модернизирована. Ламели начинают движение по взрыву пиропатрона и закрывают отверстие как жалюзи. Новый механизм показан на рисунке 2 в открытом и закрытом варианте. На открытом механизме крышка не показана.

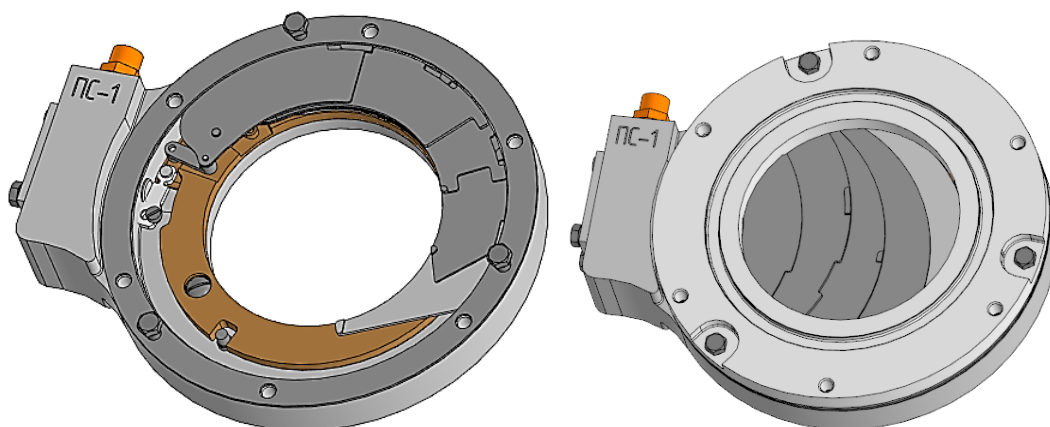


Рисунок 2 – Механизм защиты

Система перекрытия отверстия отличается следующими плюсами:

- более высокая скорость работы;
- компактные размеры за счет меньшего количества деталей;
- ламели перекрываются, поэтому не возникает зазоров.

В следующей статье рассматривается экономичность новой конструкции, что также будет отнесено к ее плюсам.

Для разных типов ракет размер механизма защиты будет масштабироваться, соответственно и затраты на производство будут отличаться. Для расчета стоимости был выбран типовой пример механизма для отверстия диаметром 80 мм.

Себестоимость продукции складывается из затрат на материалы, электроэнергию, заработную плату рабочим, страховые взносы и накладные расходы.

Все затраты на производство экземпляра механизма защиты сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение себестоимости производства систем защиты

Наименование затрат	Стоимость затрат на имеющийся механизм, руб.	Стоимость затрат на разработанный +механизм, руб.
Затраты на материалы и компоненты	23032,79	6136,613
Электроэнергия	678,4	339,2
Заработная плата	3376,58	1688,29
Страховые взносы	1012,97	506,49
Накладные расходы	3135,39	1 567,7
Итого	31236,13	10238,293

В результате разработки нового типа системы защиты изготовление 1 единицы продукции на 20 997,837 рублей или на 67,2% дешевле, чем изготовление системы защиты, применяющейся на сегодняшний день.

Система защиты бортовой аппаратуры управления производится в больших количествах, так как ставится не в единичном экземпляре на каждое орудие. Рассмотренный в статье типоразмер механизма помещается на ракету в количестве 20 штук, а значит экономия на ее изготовлении с увеличением эффективности защиты составит 419956,74 рублей.

Ракеты являются дорогостоящим оружием, которое нужно производить в больших количествах, поэтому повышение экономичности производства чрезвычайно важно.

Список использованных источников:

1. Баллистические ракеты подводных лодок России. Избранные статьи / под общ. ред. И. И. Величко. – 2-е изд., доп. Миасс: ГРЦ им. академика В.П. Макеева, 1997. – 334 с.
2. Ефимова О.В. Финансовый анализ: современный инструментарий для принятия экономических решений: учебник / О.В. Ефимова. – Москва: Омега-Л, 2014. – 351 с.
3. Инновационный менеджмент и экономика организаций (предприятий). Практикум. – Москва: Вузовский учебник, 2017. – 240 с.
4. Яркина, Н.Н. Экономика предприятия (организации): учебник / Н.Н. Яркина. – Керчь: ФБГОУ ВО «КГМТУ», 2020. – 445 с.

УДК 371

**Экономическое обоснование внедрения в производство
системы агрегатов печатных плат на ФГУП «ПСЗ»**

*Лобанов Виктор Сергеевич, Карякин Антон Сергеевич,
Крупин Кирилл Владимирович, Зайцев Дмитрий Александрович*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

В данной статье рассматривается вариант импортозамещения манипулятора для автоматизации процесса разгрузки печатных плат. Предложен вариант расчета организации производства манипуляторов для разгрузки печатных плат.

Ключевые слова: манипулятор, импортозамещение, печатная плата, автоматизация, разгрузчик.

**Economic Justification for the Introduction of the Aggregates
of Circuit Plates at FSUE “IMF”**

*Lobanov Viktor Sergeevich, Karyakin Anton Sergeevich,
Kirill Vladimirovich Krupin, Zaitsev Dmitry Aleksandrovich*

*Tryokhgornyy Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University “MEPhI”, Tryokhgornyy*

This article considers an option of import substitution of a manipulator to automate the process of circuit plates discharging. The variant of calculating of the organization of manipulators for circuit plates discharging production is proposed.

Key words: manipulator, import substitution, circuit plates, automation, discharger.

Автоматизация производства становится все более важной темой в наше время. Внедрение систем машин и оборудования способствует повышению производительности, облегчает труд работников и снижает трудозатраты. Одним из примеров такой автоматизации является использование конвейерного оборудования для загрузки и выгрузки печатных плат в процессе поверхностного монтажа.

Разгрузчики печатных плат играют ключевую роль в этом процессе, автоматизируя процесс разгрузки плат с конвейерной линии и загружая их на тележки. Это обеспечивает плавное перемещение плат между различными этапами производства и позволяет увеличить его производительность.

Ограничение применения разгрузчиков печатных плат при работе с платами менее 0.2 мм указывает на то, что оборудование было разработано для работы с определенными размерами плат. Это подчеркивает важность выбора правильного оборудования для каждого этапа производства, чтобы обеспечить максимальную эффективность и качество продукции.

В целом, автоматизация процесса разгрузки печатных плат является важным шагом в развитии производства и повышении его эффективности.

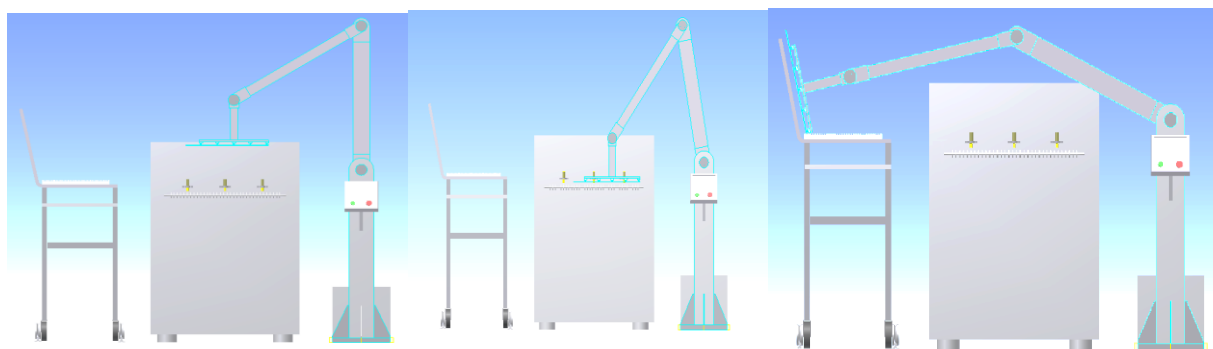


Рисунок 1 – Цикл работы системы автоматизированной разгрузки печатных плат с конвейерной линией

Проектируемый разгрузчик оборудован системой вакуумных захватов, что позволяет ему работать с большим диапазоном размеров плат. Благодаря большому количеству захватов, нагрузка на плату равномерно распределяется, что позволяет разгрузчику перемещать плату, не повреждая ее верхнего слоя. Можно безопасно перемещать платы толщиной от 0,1 до 3,2 мм без их деформации. Данная система может работать с печатными платами следующих размеров: длина и ширина – минимум 200x150 мм, максимум 300x500 мм. Для правильного проектирования необходимой вакуумной системы следует учесть следующие ключевые моменты:

1. При выборе между одной присоской с большим диаметром и эквивалентными ей по усилию присасывания несколькими присосками с малым диаметром, предпочтение отдалось малым присоскам, чтобы распространить силу присасывания на максимально широкую область;
2. Присоски размещены таким образом, чтобы не допускать выхода краев присоски за края изделия;

3. Используется минимальная длина соединительных трубопроводов между эжектором и присоской, для того чтобы уменьшить время, необходимое для достижения рабочего вакуума;

4. Для каждой присоски должен использоваться индивидуальный эжектор, так как несколько присосок, управляемых одним и тем же эжектором, перестанут удерживать изделие, если даже одна присоска разгерметизируется;

5. Должны быть установлены дополнительные присоски так, чтобы в случае отказа нескольких присосок изделие всегда удерживалось в нужном положении;

6. Используются действующие фильтры, так как эффективная фильтрация предотвращает загрязнение эжекторов твердыми частицами и маслом.

Пульт управления системой автоматизированной разгрузки печатных плат оснащен двумя кнопками (включения и выключения), а также сенсорным экраном и логическим программируемым контроллером. Для управления системой используются шаговые электродвигатели, которые обеспечивают дискретное угловое перемещение ротора при подаче тока в определенную обмотку.

При определении стоимости системы автоматизированной разгрузки печатных плат следует учитывать, что она проектируется как опытный образец. Поэтому при производстве партии стоимость системы будет ниже.

Экономические показатели производства системы автоматизированной разгрузки печатных плат включают затраты на материалы, оплату труда рабочих, амортизацию оборудования и другие расходы. Важным фактором является снижение трудозатрат и повышение производительности благодаря автоматизации процесса разгрузки печатных плат.

Таблица 2 – Экономические показатели изготовления системы

Показатели	Ед. изм.	Сумма
Время изготовления одной системы	н/ч	176,00
Затраты на материалы	руб.	84320,00
Средняя тарифная ставка	руб.	308,78
Основная заработная плата	руб.	54345,28
Дополнительная заработная плата	руб.	21738,11
Отчисления на социальные нужды	руб.	22 825,02
Накладные расходы	руб.	244 553,76
Себестоимость системы	руб.	1 314 198,80
Прибыль предприятия	руб.	262 839,76
Цена системы	руб.	1 860 905,48
Цена аналога системы	руб.	2 650 000,00

ФГУП «ПСЗ» планирует закупку 14 подобных агрегатов для нужд 13 цеха. Хотелось бы отметить, что покупные аналоги не полностью адаптированы к нуждам завода (например, по толщине плат). Поэтому они будут нуждаться в доработке, которая также будет стоить значительных средств, т.к. будет необходима разработка новой конструкторской и технологической документации.

Таблица 2 – Расчет эффективности для ФГУП «ПСЗ»

Количество систем агрегатов на 2024г. Шт.	Цена системы агрегата собственного производства руб.	Цена системы агрегата аналога руб.	Полная стоимость заказа систем агрегатов собственного производства руб.	Полная стоимость заказа систем агрегатов аналогов руб.	Итого экономия руб.
14	1 860 905,48	2 650 000,00	26 052 676	37 100 000	11 047 324

Но в дальнейшем планируется реализация данного агрегата на сторону, что также повысит экономическую эффективность ФГУП «ПСЗ».

Список использованных источников:

1. Тарабарин В.Б. Исследование и проектирование манипуляторов промышленных роботов / В.Б. Тарабарин. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. — 29 с.
2. Ефанов, А.М. Структура и кинематика манипуляторов. / А.М. Ефанов, В.В. Назаров. — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. — 40 с.
3. Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — М.: Издательство Юрайт, 2024. — 170 с.

УДК 371

**Аддитивное производство в машиностроении:
анализ экономической эффективности селективного
лазерного сплавления**

*Подлескин Алексей Олегович, Курбангалиев Ильнур Ильшатович,
Лобанов Виктор Сергеевич*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета "МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

zbayras@bk.ru

В статье рассмотрена технология селективного лазерного спекания, а также изучена возможность ее внедрения на машиностроительное предприятие посредством сравнения технико-экономических показателей различных способов получения детали «Кронштейн».

Также была упомянута возможность технологической оптимизации детали и снижение ее веса сохраняя при этом прочностные характеристики.

Ключевые слова: SLM, CAE, аддитивные технологии, порошковый 3D-принтер.

**Additive Manufacturing in Mechanical Engineering:
Analysis of the Economic Efficiency of Selective Laser Fusion**

Podleskin Alexey Olegovich, Kurbangaliev Ilnur Ilshatovich, lobanov Victor Sergeevich

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University "MEPhI", Tryokhgorny*

The article considers the technology of selective laser sintering, and also examines the possibility of its introduction into machine-building enterprises by comparing the technical and economic indicators of various methods of obtaining the corbel piece.

The possibility of technological optimization of the part and reducing its weight while maintaining strength characteristics is also mentioned.

Keywords: SLM, CAE, additive technologies, powder 3D printer.

В последние годы технология 3D печати стала неотъемлемой частью машиностроительной отрасли. Одной из самых перспективных областей применения 3D печати стало использование металлических порошков. Порошковая 3D печать позволяет создавать сложные детали с высокой точностью и качеством, что делает ее в ряде случаев незаменимой в процессе проектирования и производства различных механизмов и конструкций. Благодаря порошковой 3D печати возможно создавать легкие и прочные детали, снижать затраты на изготовление и ускорять процесс производства.

3D-печать металлами выделяет возможность работы с материалами высокой прочности, например, никелевыми и кобальт-хромовыми суперсплавами, обработка которых традиционными методами крайне сложна. Она позволяет создавать детали с почти готовой поверхностью, что значительно сокращает время и затраты на производство, оставляя лишь финальную обработку.

Эта технология открывает доступ к решению задач, которые невыполнимы или чрезмерно трудоемки при использовании традиционных методов. Она позволяет создавать уникальные детали сложной геометрии, в том числе мельчайшие элементы, изделия с внутренними полостями и каналами, тонкими стенками и сложной внутренней структурой. К основным преимуществам также можно отнести:

- снижение веса изделий;
- сокращение числа единиц в сборке;
- возможность топологической оптимизации изделия;
- позволяет создавать модели за считанные часы, что значительно превосходит по скорости литейные процессы, полный цикл которых может занимать месяцы;
- сокращение времени изготовления из-за отсутствия необходимости в оснастке;
- снижение объёма отходов за счет аддитивного производства и возможности повторного использования порошка;
- технология позволяет создавать несколько моделей одновременно с ограничением лишь по размеру рабочей камеры;

Недостатком лазерного спекания является то, что получаемые детали не являются монолитными, а значит, уступают по прочности литым изделиям или деталям, изготовленным традиционными методами. Кроме того, принтеры обладают довольно высокой стоимостью. А стоимость одной детали в некоторых случаях может быть намного выше по сравнению с традиционными методами производства. Более того распространена последующая постобработка напечатанных объектов для достижения высоких требований по допуску, доработки поверхностей и отверстий детали.

Для дальнейшего проектирования нами был выбран метод селективного лазерного плавления (SLM) как наиболее распространённая и наиболее производительная технология для 3D печати в рамках машиностроительного производства. Принцип ее работы описаны на рисунке 1.

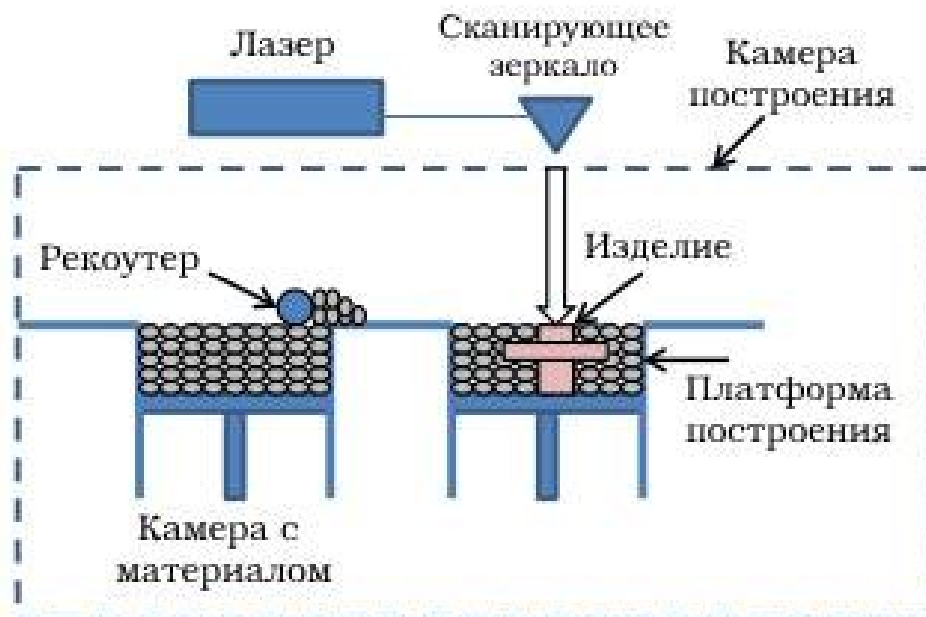


Рисунок 1 [1] – Общее представление принципа работы SLM технологии

Оборудование послойно формирует изделие, повторяя цикл операций. В рабочую камеру подается тонкий слой металлического порошка, после чего она заполняется инертным газом, как правило, аргоном или азотом. Частицы порошка под воздействием лазерного луча сплавляются в тех местах, которые определены компьютерной моделью. После печати одного слоя рабочая платформа автоматически опускается на его толщину, и процесс повторяется. Таким образом, слой за слоем создается готовая деталь. Неиспользованный металлический порошок собирается, очищается и применяется в следующих циклах печати. Из-за чего производство можно считать практически безотходным, что немаловажно при использовании дорогих материалов – например, драгоценных металлов.

3-D модель корпуса SLM принтера, а также его компоновка представлена на рисунках 2 и 3.

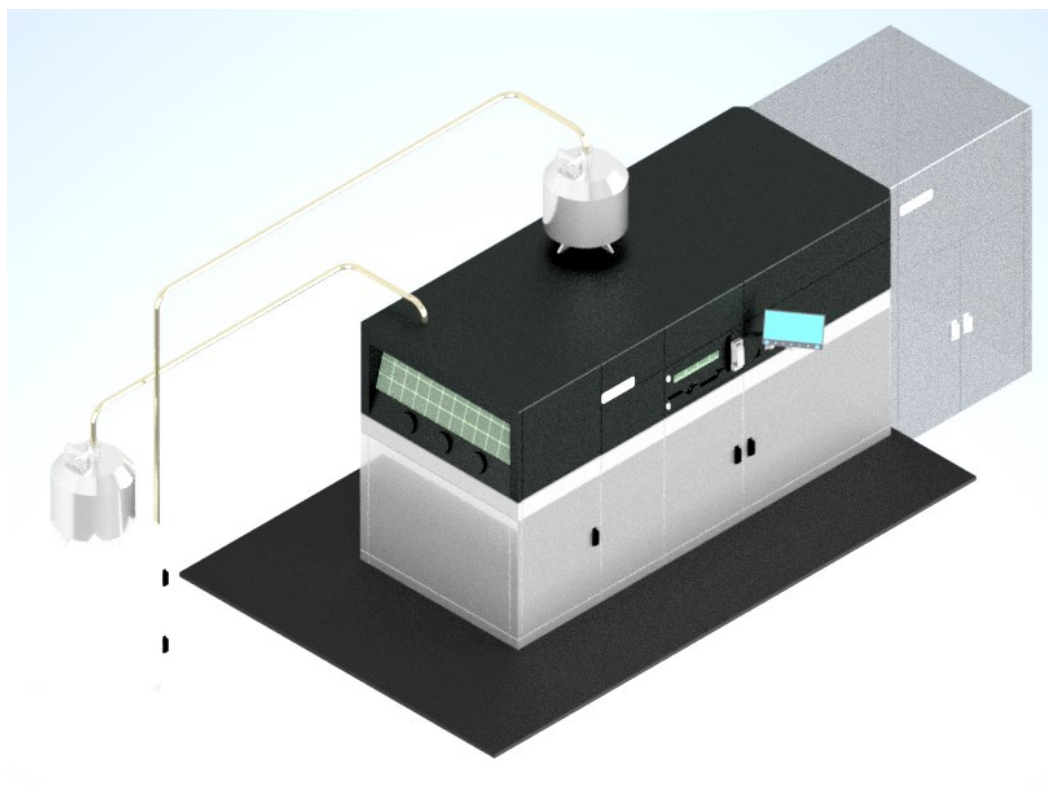


Рисунок 2 – 3-D модель SLM принтера

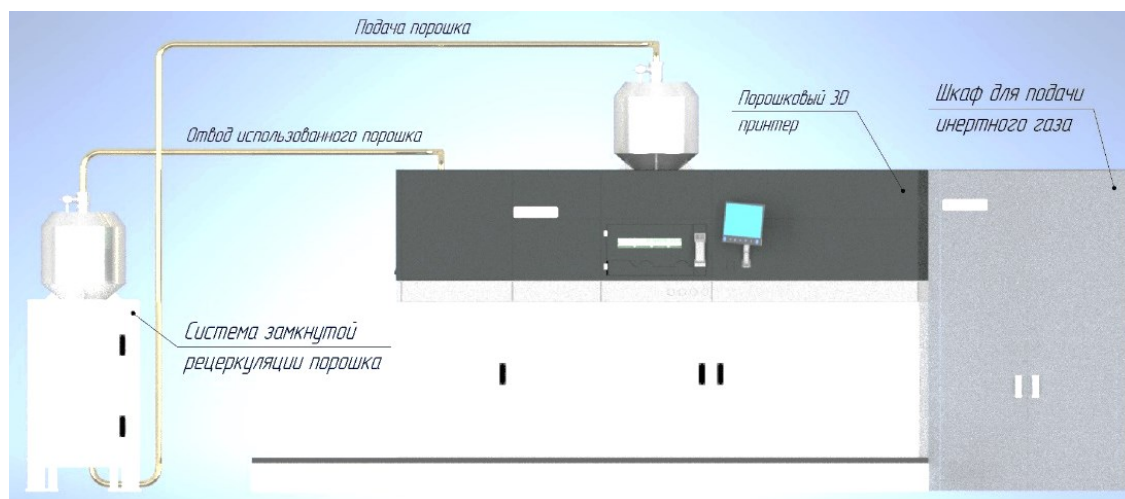


Рисунок 3 – Компонентная схема SLM принтера

Более того была учтена возможность применения топологической оптимизации при изготовлении изделий на 3D принтере. Это метод проектирования нацелен на модификацию конструкции деталей таким образом, чтобы уменьшить ее массу и тем самым снизить стоимость изготовления детали, сохранив или увеличив при этом ее прочностные характеристики.

В среде Autodesk Inventor нами был произведен статический прочностной анализ детали «Кронштейн» с последующей ее оптимизацией.

По итогу преобразований масса детали сократилась на 40%. При этом посредством облегчения ненагруженных и усиления более нагруженных участков детали, ее жесткость увеличилась.

На рисунках 4 и 5 представлено распределение коэффициента запаса прочности по поверхностям деталей и возникающие напряжения по Мизесу. Как итог на оптимизированной детали имеют место быть лишь наиболее нагруженные участки изделия. Можно заметить, что максимальное напряжение уменьшилось с 314 до 250 Мпа.

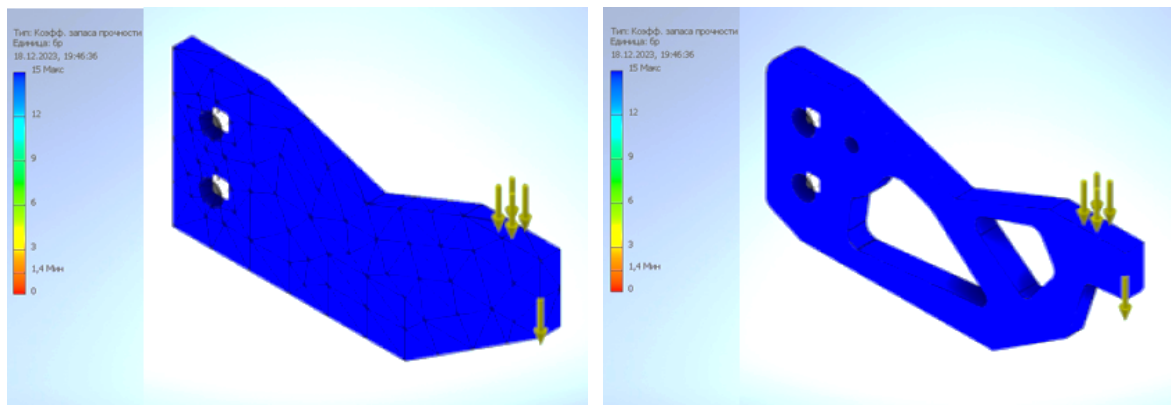


Рисунок 4 – Сравнение коэффициентов запаса прочности

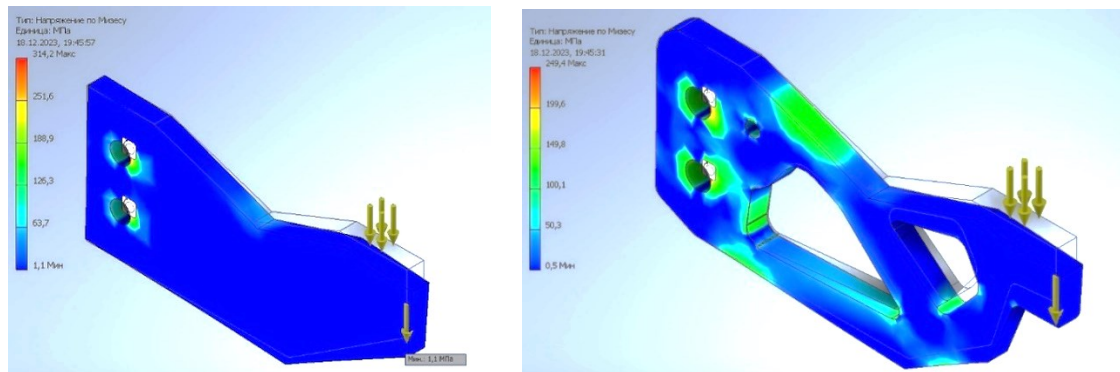


Рисунок 5 – Сравнение напряжение по Мизесу

Помимо того, был произведен расчет технологической себестоимости детали «кронштейн», взяв за основу 3 способа ее получения.

В таблицах 1 и 2 показаны составляющие параметры производства и изделия, а также калькуляция технологической себестоимости одного изделия.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

Таблица 1 – Составляющие параметры производства и изделия

Составляющие параметры производства и изделия	Метод получения детали		
	1	2	3
	Фрезерная с ЧПУ	Порошковая 3D печать	Порошковая 3D печать с учетом топологической оптимизации
Годовая программа	5000	5000	5000
Трудоемкость, мин	30	26	21
Оборудование	LV-855	–	–
Стоимость оборудования	5 877 053	14 500 000	14 500 000
Потребляемая электроэнергия, кВт	20	15	15
Марка материала	10X17H13M2T	316L	316L
Цена расходного материала за кг, руб	540	2250	2250
Масса заготовки, кг	2	1	0,61
Масса детали, кг	0,95	0,95	0,57
Часовая тарифная ставка производственных рабочих, руб	500	500	500

Таблица 2 – Статьи расходов, виды себестоимости и цены

Статьи расходов, виды себестоимости и цены	Метод получения детали		
	1	2	3
	Фрезерная с ЧПУ	Порошковая 3D печать	Порошковая 3D печать с учетом топологической оптимизации
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования на ед продукции, руб	352,62	870,00	870,00
Энергетические затраты на технологические нужды, руб	8,80	5,72	4,62
Затраты на материал на ед. продукции, руб	1080,00	2250,00	1372,50
Возвратные отходы, руб	-92,40	0,00	0,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%), руб	54,00	112,50	68,63
ЗП производственных рабочих, руб	250,00	216,67	175,00
Единый социальный налог (26 %), руб	65,00	56,33	45,50
Технологическая себестоимость, руб	1718,02	3511,22	2536,25

Рассчитаем показатели экономической эффективности этих технологий.

$$\mathfrak{E}_{1/2} = \frac{1718,02}{3511,22} \cdot 100 = 48,9\%$$

$$\mathfrak{E}_{1/3} = \frac{1718,02}{2536,25} \cdot 100 = 46,7\%$$

$$\mathfrak{E}_{2/3} = \frac{3511,22}{2536,25} \cdot 100\% = 138,4$$

Согласно показателям экономической эффективности хоть нам и удалось значительно снизить технологические расходы за счет топологической оптимизации. Поскольку данная деталь конструктивно простая и при субтрактивном методе не требует значительного удаления материала, применение операции фрезерной обработки с ЧПУ в данном случае все же остается наиболее предпочтительной для изготовления.

Список использованных источников:

1. Frazier, W.E. Metal Additive Manufacturing: A Review, Journal of Materials Engineering and Performance, pages 1917-1928, 2014.

УДК 371

Анализ тигельных печей, используемых при выплавке свинца, и варианты их модернизации

*Подлескин Алексей Олегович, Курбангалиев Ильнур Ильшатovich,
Телявгулов Азамат Маратович, Лобанов Виктор Сергеевич*

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета "МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

zbayras@bk.ru

В этой статье представлен обзор тигельных печей, используемых на машиностроительном производстве для выплавки свинца, с выделением их преимуществ и недостатков. Представлено и проанализировано несколько вариантов модернизации, в том числе: замена ручного механизма наклона на электромеханический привод;

установка газоанализатора паров свинца для контроля и обеспечения соблюдения допустимых пределов воздействия; внедрение тензодатчика и датчика углового перемещения для повышения точности заливки. Приведены подробные расчеты экономической эффективности этих вариантов модернизации, сравнивающие стоимость материалов и рабочей силы с покупкой новой автоматизированной печи.

Ключевые слова: тигельные печи сопротивления, температура, мощность.

The Analysis of Crucible Furnaces Used in Lead Smelting and the Options for their Modernization

*Podleskin Alexey Olegovich, Kurbanaliev Ilnur Ilshatovich,
Telayvgulov Azamat Maratovoch, Lobanov Viktor Sergeevich*

*Tryokhgornyy Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University "MEPhI", Tryokhgornyy*

This article provides an overview of crucible furnaces used in machine-building production for lead smelting and highlights their advantages and disadvantages. Several modernization options are presented and analyzed, including: replacing the manual tilting mechanism with an electromechanical drive; installing a lead vapor gas analyzer to monitor and ensure the compliance with permissible exposure limits; implementing a strain sensor and angular displacement sensor for improving pouring accuracy. The article includes detailed calculations of the economic efficiency of these modernization options, comparing the cost of materials and labour with the purchase of a new automated furnace.

Keywords: crucible furnaces of resistance, temperature, power.

Для плавки свинца используются различные типы промышленных печей, включая индукционные, дуговые, газовые, муфельные и электрические. На нашем предприятии активно используются тигельные электрические печи. Нагревание в этих печах происходит путем преобразования электрической энергии в тепло через резистивные элементы. Нагреватель выполняет роль резистивного элемента и передает тепло расплавленному свинцу. Преимущества тигельных печей включают низкое испарение, отсутствие вредных выбросов, простоту использования, и возможность получения чистых сплавов. Они также подходят для рафинирования и дегазации с низкими затратами и точным контролем температуры. В целом, тигельные электрические печи являются предпочтительным вариантом для плавки свинца на нашем производстве.

Тигельные печи обладают множеством преимуществ. Они обеспечивают минимальное испарение материала, делая их безопасными для использования. Они также не производят токсичных печных газов, улучшая условия труда. Их конструкция проста, облегчая их использование и техническое обслуживание. Они могут использоваться для производства алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов высочайшей чистоты, что важно для многих производственных процессов. Они позволяют проводить рафинирование и дегазацию металлов с минимальными затратами. Они также точно регулируют температуру и мощность, что делает их идеальными для процессов, требующих точности. Они могут создавать различные температурные условия и обеспечивают равномерное нагревание, что упрощает автоматизацию и упрощает работу оператора. Их компактный размер, простота обслуживания и ремонтпригодность делают их привлекательными для производственного использования.

Несмотря на все эти преимущества, тигельным печам присущи некоторые недостатки. Например, скорость их плавления может быть ниже, чем у некоторых других типов печей. Их максимальная рабочая температура также ограничена.

Номинальная мощность тигельной печи – это сумма мощностей всех нагревателей в ней. Фактическое энергопотребление всегда меньше номинального и зависит от использования, которое определяется износом нагревателей и стенок печи. Мощность холостого хода – это мощность, расходуемая печью на поддержание температуры без учета мощности, требуемой для нагрева материала и работы печных устройств.

Вместимость камеры – это максимальный размер материала, который может быть размещен в печи и обработан согласно технологическим нормам.

Температура обработки – это температура, которая достигается в рабочем объеме печи и обеспечивает достаточный срок службы печи.

Нагревательный элемент в тигельной печи нагревается опосредованно: электрическая энергия трансформируется в тепловую через пропускание электрического тока через металлические или неметаллические резисторы, расположенные вокруг нагревательного элемента. Резисторы нагреваются до высокой температуры и излучают тепловую энергию, нагревая нагревательный элемент.

Наибольшее распространение получили печи с ёмкостью тигля от 150 до 500 килограмм. Материал тигля может варьироваться в зависимости от свойств расплава и может быть чугунным, графитовым или композитным, например, из графита и шамота, или карбида кремния.

На рисунке 1 изображена стационарная электрическая тигельная печь сопротивления.

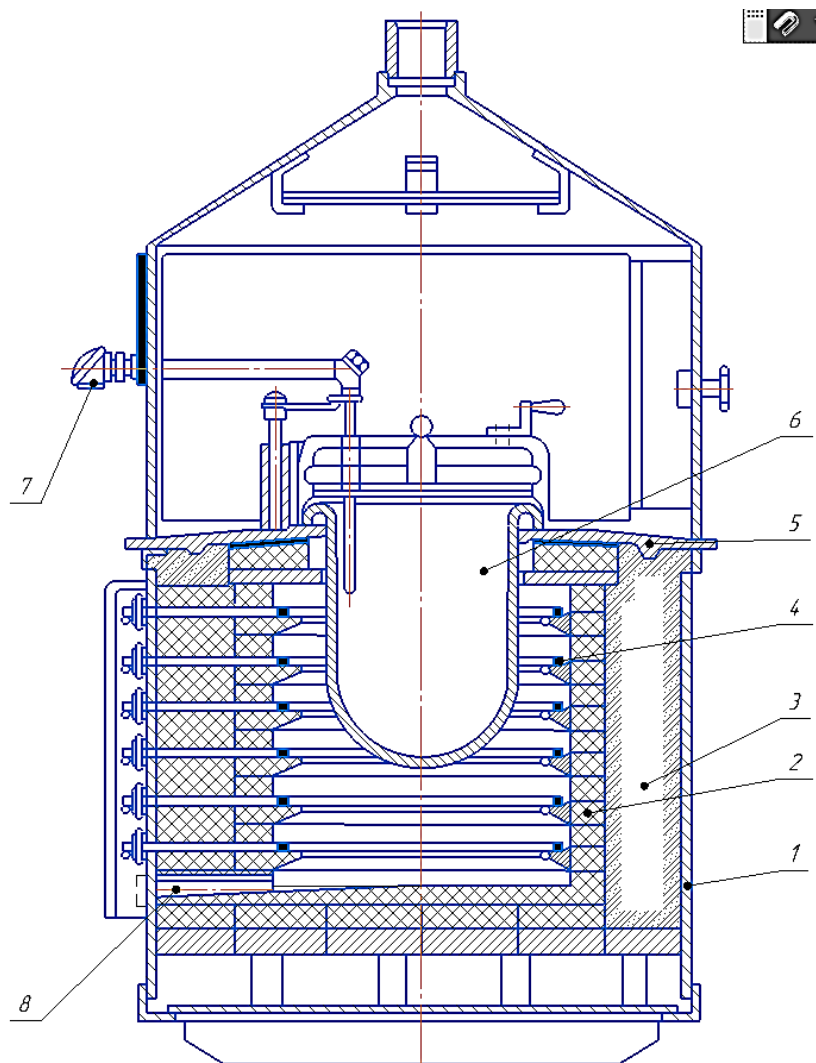


Рисунок 1 – Стационарная электрическая тигельная печь сопротивления:

- 1– цилиндрический кожух; 2 – шамотный кирпич; 3 – теплоизоляционный материал;
4 – нихромовые нагреватели; 5 – литое чугунное кольцо; 6 – тигель;
7 – термопара; 8 – отверстие аварийного слива

На рисунке 2 представлена поворотная электрическая тигельная печь сопротивления.

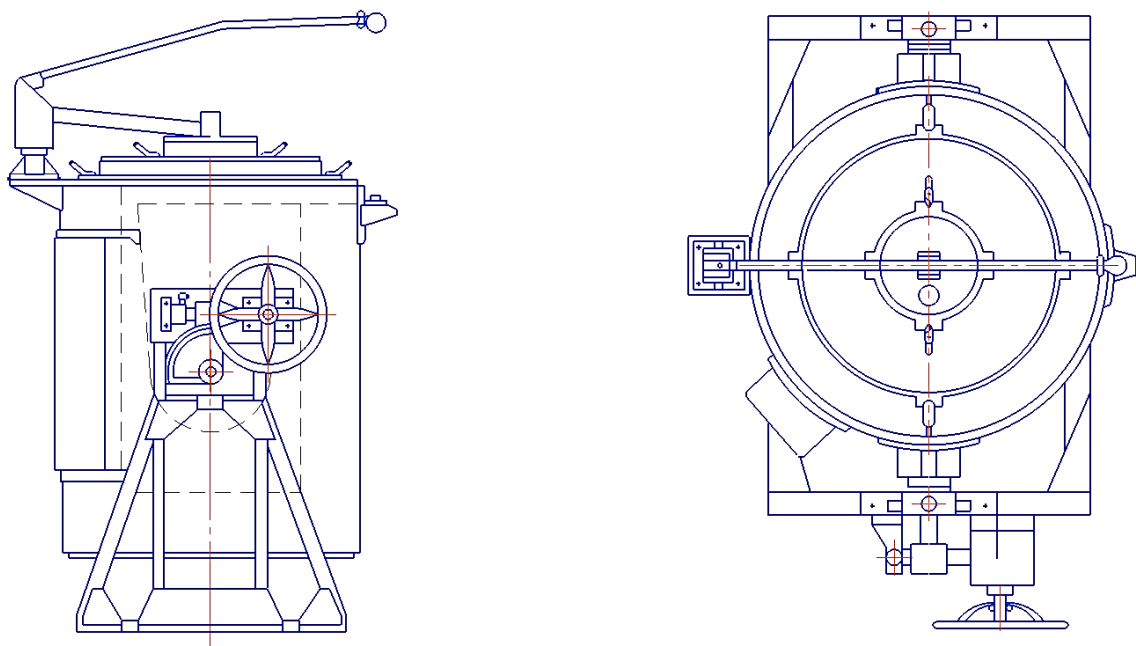


Рисунок 2 – Поворотная электрическая тигельная печь сопротивления

Анализ существующих решений для модернизации тигельной печи для плавки свинца с учетом рисков для здоровья. Свинец, несмотря на свою широкую применение, представляет серьезную угрозу для здоровья человека. Основным путем попадания свинца в организм является дыхание. Он быстро усваивается и накапливается в костях, крови и тканях. Воздействие свинца может вызвать различные проблемы со здоровьем, включая боли в животе, нарушения стула, запоры, депрессию, неврологические расстройства, постоянную забывчивость, повышенную раздражительность и многие другие. Поэтому при анализе существующих решений для модернизации тигельной печи для плавки свинца необходимо уделять приоритетное внимание снижению рисков для здоровья человека.

Когда на предприятии ФГУП «ПСЗ» возникла проблема несоответствия установки заявленным требованиям, были предложены несколько вариантов решения этой проблемы. Один из вариантов предполагал покупку новой установки, другой же был направлен на доработку существующей. Доработка включала установку электродвигателя с преобразователем частоты для узла наклона печи, а также датчика нагрузки и датчика оборотов для повышения точности литья свинца. Также для контроля концентрации паров свинца в воздухе было решено приобрести анализатор воздуха.

Чтобы выбрать оптимальный вариант решения проблемы, оба варианта были тщательно изучены. В результате был сделан вывод о том, что доработка существующей установки является более рациональным решением, чем покупка новой.

При выборе плавильной установки на рынке было обращено внимание на поворотную печь сопротивления с гидравлическим механизмом поворота. Область применения этой печи – плавка цветных металлов.

В таблице 1 представлен перечень основных систем и узлов плавильной установки.

Таблица 1– Перечень основных систем и узлов

Наименование	Количество, шт
Плавильный узел	1/2
Конденсаторная батарея	1
Преобразователь частоты	1
Комплект кабелей водяного охлаждения	1
Гидравлическая станция или редуктор	1
Тигель	1/2
Пульт управления наклоном	1
Комплект ЗИП	1
Техническая и эксплуатационная документация на русском языке.	1

Плавильная печь может быть усовершенствована путем добавления системы охлаждения закрытого типа, разливочных ковшей и прочего необходимого оборудования. Изучим два варианта плавильных установок: с гидравлической и редукционной системой привода.

Плавильная установка с гидравлической системой привода:

Она включает в себя многосекционный индуктор с водяным охлаждением, залитый бетонным раствором, пакеты магнитного сердечника, стальной корпус, систему водяного охлаждения, верхние и нижние плиты из асбестоцемента, а также огнеупорный тигель с набивкой.

Плавильная установка с редукционной системой:

Не использует магнитный сердечник.

Включает в себя индуктор с водным охлаждением, фиксированный внутри алюминиевого корпуса, между верхним кольцом из асбеста и нижней плитой.

Корпус электропечи:

- изготавливается из алюминиевого (или, опционально, стального) материала;
- состоит из двух симметрично расположенных частей, изолированных одна от другой для предотвращения короткого замыкания.

Пульт управления:

- предназначен для управления подъемом и опусканием плавильной печи.
- расположен сбоку от плавильной печи на линии сливного носа.

Максимальный угол наклона плавильного узла: 95°.

Предложенное решение позволит автоматизировать процесс выгрузки расплава свинца в формы, а также повысить точность разлива. Это исключит человека из зоны повышенной опасности и повысит безопасность производственного процесса. При этом существенных изменений в конструкцию существующей плавильной установки вносить не потребуется.

Приобретение аналогичной установки у сторонних производителей связано с трудностями такими как: высокая стоимость установки (около 2360 000 рублей), необходимость дорогостоящей доработки узлов и изготовления сложных деталей в процессе модернизации. Модернизация такой линии может оказаться дороже, чем изготовление новой плавильной установки с электроприводом наклона. При этом изготовление новой установки, отвечающую всем требованиям по точности в условиях ФГУП «ПСЗ», не представляется возможным.

В таблице 2 представлены затраты на комплектующие при модернизации.

Таблица 2 – Затраты на комплектующие при модернизации

Наименование материала	Кол-во	Цена	Стоимость
Электродвигатель со встроенным электромагнитным тормозом 5АИ 90 L6	1	15785,00	36800,00
Преобразователь частоты Erman E-V81G-0R7T4	1	36800,00	23100,00
Тензорезисторный датчик сжатия KM150	1	23100,00	46000,00
Весоизмерительный преобразователь-контроллер ТВ-011 расширенным функционалом	1	46000,00	92000,00
Абсолютный однооборотный энкодер Kuebler Серия 5868 Profibus DP	1	92000,00	185000,00
Газоанализатор многокомпонентный переносной ГАНК-4 (А)(Р)(АР)	1	185000,00	398685,00
Итого			36800,00

Прочие расходы, включая крепежные элементы и расходные материалы составят не более 7000,86 рублей. Затраты на материалы составят 405685,00 руб.

В таблице 3 представлены экономические расчеты модернизации тигельной печи для плавки свинца.

Таблица 3 – Экономические показатели внедрения разработанной модернизации тигельной печи по экономическим элементам затрат

Показатели	Количество
Время, затрачиваемое на модернизацию плавильной установки (по данным отдела технологической трудоёмкости производства), ч	85,00
Затраты на материалы (по данным отдела материально-технического снабжения), руб	405685,00
Средняя тарифная ставка рабочего, руб/ч	357,00
Основная заработная плата, руб	30 345,00
Дополнительная заработная плата, руб	12 138,00
Обязательные страховые взносы, руб	12 745,00
Накладные расходы, руб	136 552,50
Себестоимость модернизации, руб	597 465,5
Стоимость установки, приобретенной у сторонних организаций	2 685 000,00
Экономический эффект	2 087 534,5

Проведенные расчеты показали, что модернизация существующей печи экономически выгоднее, чем покупка новой установки.

Экономический эффект от модернизации: 2 087 534,5руб.

Список использованных источников:

1. Металлургия свинца и цинка / Шиврин Г. Н – М.: Металлургия, 1982. – 352 с.
2. Автоматизация литейных печей / Богданов Р.А. – М.: Инфра-Инженерия, 2021. – 160 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ

УДК 796.011

Методы внедрения здорового образа жизни в студенческую среду

Буслаев Иван Владимирович

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета “МИФИ”(ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

morkva.iv@yandex.ru

Студенты в современном мире страдают от стресса, недосыпа и неправильного питания, что влияет на их здоровье и успеваемость. Здоровый образ жизни улучшает физическое состояние и умственное развитие, служит профилактикой заболеваний. Его внедрение в студенческую среду – актуальная задача.

Ключевые слова: студенты, стресс, недосып, неправильное питание, здоровый образ жизни.

The Methods of Introducing Healthy Lifestyle in the Student Environment

Buslaev Ivan Vladimirovich

Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear

University "MEPhI", Tryokhgorny

Students in the modern world suffer from stress, lack of sleep and malnutrition, which affects their health and academic performance. Healthy lifestyle improves physical condition and mental development, and serves as a disease prevention. Its implementation in the student environment is an urgent task.

Keywords: students, stress, lack of sleep, poor nutrition, healthy lifestyle.

Здоровый образ жизни или ЗОЖ, является ключевым понятием, которое студенты должны понимать и применять в своей повседневной жизни. Это не просто модный тренд или популярная фраза, это фундаментальный принцип, который может значительно улучшить качество жизни. ЗОЖ определяется как система мер, направленных на поддержание и укрепление здоровья, а также предотвращение различных заболеваний. Это не просто отсутствие болезней или недугов, это состояние полного физического и психологического благополучия. Физическое благополучие означает поддержание здорового тела через регулярные физические упражнения и сбалансированное питание. Это также включает в себя отказ от вредных привычек, таких как курение и употребление алкоголя. Психологическое благополучие связано с умением справляться со стрессом, сохранять позитивное отношение к жизни и поддерживать хорошие отношения с окружающими. Нельзя не сказать и о том, что важно не только понимать, что такое ЗОЖ, но и уметь применять эти принципы на практике. Это означает, что студенты должны быть способны принимать обдуманные и взвешенные решения о своем здоровье, основываясь на знаниях. Кроме того, ЗОЖ не является статичным понятием. Оно эволюционирует по мере того, как развивается наука и медицина – мы узнаём больше информации о влиянии тех или иных привычек на наше здоровье. Очень важно быть открытым для новых идей, подходов и готовым адаптироваться, меняться в соответствии с новыми знаниями.

Образ жизни студента часто характеризуется рядом негативных факторов, которые могут серьёзно сказаться на их здоровье и академической успеваемости. Во-первых, нерегулярное и нездоровое питание. Многие студенты пренебрегают им из-за нехватки времени, денег или просто из-за отсутствия знаний о том, что и в каких количествах нужно потреблять. Это может привести к недостатку важных витаминов и минералов, а также к проблемам с весом. Во-вторых, недостаток физической активности. Сидячий образ жизни, связанный с большим количеством времени, проводимым за учебниками и компьютером, может привести к ослаблению мышц, проблемам с позвоночником и ухудшению общего состояния здоровья. В-третьих, недостаток сна. Поздние учебные занятия, домашние задания и социальные потрясения могут привести к тому, что студенты регулярно не высыпаются. Это может снизить их продуктивность, ухудшить настроение и ослабить иммунную систему. В-четвертых, употребление алкоголя и другие вредные привычки. Некоторые студенты могут иметь зависимости из-за стресса или социального давления. Это может привести студентов к тяжелым проблемам со здоровьем и негативным последствиям для их академической и личной жизни. В-пятых, студенты часто сталкиваются с проблемами по управлению временем. Балансирование между учебой, работой, социальной жизнью и личным временем может быть сложной задачей. Это может привести к переутомлению,

стрессу и, в конечном итоге, к нездоровым привычкам. Такой образ жизни имеет долгосрочные негативные последствия для студентов. Однако понимание этих рисков и принятие мер для поддержания своего здоровья может помочь студентам избежать этих проблем и вести более здоровую и успешную жизнь.

Проблемы, связанные с несоблюдением здорового образа жизни (ЗОЖ), можно разбить на три основных блока: сон, питание и планирование. Рассмотрим каждый из них и сформулируем решения:

1. Сон. Он играет ключевую роль в поддержании здоровья студентов. Недостаток сна может привести к ухудшению концентрации, памяти, настроения и общего состояния здоровья. Решения:

- соблюдать режим сна (с 22:30 до 7:30);
- длительность (не менее 8 часов);
- создать тишину и темноту за 2 часа до сна;
- засыпать без телефона и прочей электроники.

2. Питание. Это основа здорового образа жизни. Нездоровое питание может привести к недостатку витаминов и минералов, проблемам с весом и другим заболеваниям. Решения:

- соблюдать режим питания (3 раза в день);
- есть умеренно, не переедать (правило тарелки);
- наладить употребление воды;
- приём пищи без телефона и других отвлекающих факторов.

3. Планирование. Оно поможет управлять временем и ресурсами, улучшит продуктивность и снизит уровень стресса, позволит успешно внедрить необходимые привычки. Решения:

- планирование дел;
- расставление приоритетов;
- соблюдение однозадачности;
- занятия спортом во время стресса.

Важно отметить, что эти решения не являются универсальными и могут требовать индивидуальной адаптации в зависимости от обстоятельств каждого студента. Например, некоторые студенты могут обнаружить, что им лучше всего спать с 23:00 до 8:00. Кроме того, важно помнить, что изменение привычек требует времени и терпения. Студенты должны быть готовы к тому, что вначале может быть сложно придерживаться нового режима питания или сна. Однако с течением времени новые привычки станут естественными и будут способствовать улучшению их здоровья.

Для эффективного решения проблем, связанных с несоблюдением здорового образа жизни (ЗОЖ), важно не только осознавать их существование, но и детально ознакомиться с возможными решениями. Для этого необходимо понимание каждого из трех ключевых блоков ЗОЖ: сна, питания и планирования. В связи с этим было принято решение о создании статей по каждому блоку:

– «Искусство сна». В рамках данной статьи читателю предложены ответы на вопросы о том, зачем улучшать сон, как он устроен и как достигнуть совершенства в этом деле.

– «Искусство еды». В данной статье представлены списки ингредиентов здоровых и дешёвых блюд, а также информация о том, как их готовить. Кроме того, в статье рассказывается о принципе «тарелки», который позволит питаться правильно и сбалансированно, исключая переедание, и о правиле «двух стаканов», которое поможет соблюдать питьевой режим.

– «Искусство времени». Эта статья позволяет сформировать цели, расставить приоритеты, грамотно планировать время. Кроме того, она содержит простейшие инструменты тайм-менеджмента, которые позволят не тратить время впустую, сохранить и даже повысить продуктивность в течение дня.

Важно отметить, что эти статьи не только предоставляют информацию, но и служат инструментом для самообразования и саморазвития. Они помогают студентам осознать значение ЗОЖ и мотивируют к его соблюдению. Каждая статья написана в доступной форме и содержит практические рекомендации, которые можно легко применить в повседневной жизни. Кроме того, эти статьи могут служить основой для дальнейшего изучения темы ЗОЖ. Они могут стать отправной точкой для более глубокого погружения в каждый из блоков. Однако чтение этих статей – только первый шаг на пути к формированию здорового образа жизни. Важно не только осознать проблемы и найти возможные решения, но и использовать изученный материал на практике.

Для того, чтобы не перечитывать статьи, был создан буклет. Правила оформления буклета, которых я придерживался:

– Краткость. Буклет предназначен для того, чтобы напоминать о прочитанном ранее материале. Излишняя перегруженность текстом недопустима.

– Цветовое сопровождение. Данный критерий является одним из ключевых, поскольку на тусклый, серый буклет никто смотреть не станет, не говоря уже о его чтении и использовании.

– Акцент на числа. Является неотъемлемой частью буклета, поскольку один только текст воспринимается читателем хуже. Кроме того, числа – это первое, что бросается в глаза и способствует запоминанию.

– Формат «геймизации» (игровизации). Надписи на буклете по типу “+ бодрость после сна” являются аналогом награды за квест (т.е. задание), как обычно бывает в играх. Данный принцип воспринимается студентами лучше, нежели обыденный текст. К тому же, это сильно упрощает дизайн буклета, что тоже положительно.

– Интерактивность. Буклет должен быть не просто источником информации, но и средством взаимодействия. Использование интерактивных элементов, таких как QR-коды для доступа к статьям, значительно увеличивают эффективность буклета.

В заключение, можно сказать, что создание эффективного буклета требует учета множества факторов. Все эти элементы играют ключевую роль в создании

буклета, который будет привлекательным и полезным для читателей. Успешный буклет – это тот, который не только информирует, но и вовлекает читателя, делая процесс чтения интересным и приятным. Это достигается через сочетание ясной и сжатой информации, привлекательного дизайна и учета интересов и потребностей студентов.

Буклет “ЗОЖ: Коротко о главном” был разработан как компактный и доступный источник информации, напоминание о ранее прочитанных статьях. Он содержит краткую информацию о ключевых принципах здорового образа жизни. Буклет был внедрен среди студентов первого курса ТТИ НИЯУ МИФИ. Проект оказывает положительное влияние на учебную среду в целом. Студенты стали более осведомлёнными о важности здорового образа жизни и методах его внедрения, что способствует созданию здоровой и продуктивной студенческой среды. А это, в свою очередь, повысит академическую успеваемость студентов. В заключение, проект по внедрению ЗОЖ в студенческую среду оказался успешным. Он не только предоставляет студентам ценную информацию о здоровом образе жизни, но и способствует формированию здоровых привычек. Это подчеркивает важность проекта для поддержания здоровья студентов.

Список использованных источников:

1. Чихонина Ю. Г. Метод тарелки. – М.: ЭКСМО, 2014. – С. 135-165.
2. Курпатов А. В. 10 рецептов хорошего сна. – М.: Издательский дом Нева, 2020. – С. 42-56.
3. Левитин Д. Организованный ум. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – С. 274-325.
4. Сандерс Д. Доброе утро каждый день: как рано вставать и все успевать. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – С. 14-66.
5. Тимоти П. Не откладывай на завтра. Краткий гид по борьбе с прокрастинацией. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – С. 12-70.

УДК 81

**Языковой образ лондонского метро как маркера
социальных вопросов
(на материале анализа англоязычных газетных заголовков)**

Надеин Илья Артемович, Захарова Ольга Олеговна

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

osja90@bk.ru

В статье обозначается актуальность вопроса рассмотрения языкового образа метро как важного объекта Лондона. Приводятся когнитивный и прагматический аспекты рассмотрения языкового образа. Раскрываются результаты лексикографического анализа лексической единицы «underground», а также анализа заголовков статей британской качественной прессы, связанных с лондонским метро. На основе анализа делается вывод о том, что языковой образ метро Лондона обусловлен актуальными социальными вопросами, волнующими жителей столицы.

Ключевые слова: лондонское метро, языковой образ, анализ газетных заголовков, лексикографический анализ, английский язык.

**Linguistic Image of London Underground as Social Issues Marker
(Based on the Material of the Analysis
of English Newspaper Headings)**

Nadein, Iliya Artyomovich, Zakharova Olga Olegovna

*Tryokhgorny Technological Institute, a branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgorny*

The article outlines the importance of the question connected with the linguistic image of the underground as an object of the British capital. Cognitive and pragmatic aspects to view a linguistic image are outlined. The results of lexicographic analysis of the lexical

unit «underground» as well as of the analysis of the British quality paper headings connected with London underground are unveiled. The conclusion that the linguistic image of London Underground is determined by crucial social issues urgent for the capital dwellers is made based on the analysis.

Key words: London Underground, linguistic image, the analysis of the newspaper headings, lexicographic analysis, the English language.

Изучая английский язык, мы узнаем особенности Великобритании и ее столицы. Важным символом Лондона выступает метрополитен, а указатель лондонского метро является неотъемлемым атрибутом столицы Соединенного Королевства. Сегодня в литературе можно найти множество источников, раскрывающих лондонское метро с разных точек зрения, однако исследованию его языкового образа не уделяется достаточного внимания. Данное противоречие составляет проблему работы, которая заключается в необходимости рассмотрения языковых особенностей представления лондонского метро. Целью исследования выступает определение особенностей в языковом портрете метро Лондона на материале анализа англоязычных газетных заголовков.

9 января 1863 года компанией Metropolitan Railway запущен первый в мире подземный поезд на паровой тяге, который соединил Paddington и Farringdon с Лондонским Сити. Это событие ознаменовало открытие Лондонского метро. Обратимся к рассмотрению его языкового образа. Стоит отметить, что под языковым образом понимается отображение в языке отдельного фрагмента мира [1]. Л.Б. Никитина предлагает использование термина «языковой образ-концепт», что мотивируется необходимостью учета рациональных компонентов как результатов познания людьми внешнего и внутреннего мира и субъективных (образных, эмоциональных, ассоциативных) смыслов [1]. Согласно Е.О. Опариной, образ рассматривается в когнитивном (в его связях с менталитетом носителей языка) и в прагматическом аспектах (в разнообразии коммуникативных ситуаций и дискурсов) [2]. В определении когнитивных составляющих образа лондонского метро обратимся к лексикографическим источникам, поскольку в словарях и тезаурусах отражены наиболее устойчивые признаки изучаемого объекта.

Согласно Cambridge Dictionary, лексическая единица «underground» (метро) трактуется как «a system of trains that is built under a city» [3]. Данное слово типично для британского английского языка, в американском варианте используют лексическую единицу «subway». Помимо этого, в английском языке присутствует слово «tube» (the system of railways under the ground in London), использующееся только по отношению к лондонскому метро. Так, анализ словарных статей в 5 словарях (Cambridge Dictionary, Collins Dictionary, Merriam-Webster Dictionary, Online Dictionary by Farlex, Oxford Learner's Dictionary), позволяет резюмировать, что имя существительное «underground» в изучаемом нами значении имеет незначительный ряд синонимов (metro, tube, subway, tunnel), обладающих региональными особенностями. В

словарь Oxford Learner's Dictionary включена лексическая единица «London Underground», трактуемая как train services run by Transport for London (organization responsible for managing the public transport services for London).

Для определения национально-специфических особенностей языкового образа лондонского метро с позиции прагматического аспекта обратимся к дискурсу британской прессы.

Пресса – отражение общественных событий носителей языка; для англичан пресса всегда имела большое значение, свидетельством тому выступает авторитет и разделение британских изданий на качественную прессу (публикация серьезных экономических, политических, социальных новостей) и таблоиды (издания, освещающие жизнь Британской королевской семьи, скандальные события). Материалом нашего анализа выступили 52 заголовка из газет «The Guardian», «Independent», «Financial Times», «The Sunday Times», «The Times» являющихся примером качественной прессы. Исходя из данных анализа ключевых слов-ассоциаций был выделен ряд проблем, связанных с лондонским метро (таблица 1).

Таблица 1 – Данные анализа заголовков статей о лондонском метро из англоязычных изданий

Проблема/ социальный вопрос (по частотности упо- требления)	Ключевые слова	Пример заголовков	Комментарий, основанный на материале заголовков и статей
1	2	3	4
Забастовки	• strikes • walkouts • closures • collision • disruption • pay rise cut • train drivers	«Train strikes March and April 2024: when is the next walkout» (<i>The Sunday Times</i>)	Массовые сокращения, уменьшение размера пенсий, прежний уровень заработной платы вызывают забастовки сотрудников лондонского метро, что приводит к перегрузке транспорта столицы
Финансовые трудности метро, связанные со снижением пассажиропотока во время пандемии	• fares frozen • fare trial • covid-hit	«London's transport body warns of funding shortfall after securing £250mn» (<i>Financial Times</i>) «London's single tube and bus fares to be frozen, Khan says» (<i>The Guardian</i>) «Sadiq Khan: London desperate for commuters to return after Covid» (<i>The Guardian</i>)	В статьях освещаются вопросы получения недостаточной прибыли лондонским метро, что приводит к постоянному росту цен на проезд и снижению пассажиропотока после пандемии
Происшествия, преступность	• crime • avoid • suffer offences • at risk • no one to help	«Dealing with harassment on public transport» (<i>The Guardian</i>) «No one came to help: Anger as lack of staff on London transport 'is putting women at risk'» (<i>Independent</i>) «Sarah de Lagarde fell on to the Tube tracks. Nobody helped. Why?» (<i>Financial Times</i>)	Несмотря на то, что в СМИ часто отмечается безопасность лондонского метро, данный вид транспорта столицы не исключает опасные ситуации, связанные с ростом преступности и несоблюдением требований безопасности

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Совершенствование метро	• phone kiosks • innovative metro • upgrade of the station	«Tube to get full mobile network by end of 2024, says London mayor» (<i>The Guardian</i>) «Four London Underground phone kiosks given Grade II-listed status» (<i>The Guardian</i>)	Отмечаются инновации, внедренные в работу отдельных станций, проекты по сохранению исторически значимых телефонных будок как символов столицы Великобритании
Восприятие общественно-политических событий лондонцами	• Coronation • free Palestine • Tube stations	«Tube driver who chanted ‘free Palestine’ given job back» (<i>The Times</i>) «King’s coronation travel guide: Where to watch the London procession and nearest Tube stations» (<i>Independent</i>)	Метро – место массового скопления людей, которые объединены желанием поучаствовать в жизни королевской семьи (коронация Карла III), высказать свою точку зрения по поводу политической ситуации в мире (конфликт в Палестине)
Неблагоприятная экологическая ситуация	• polluted • air pollution • toxic	«App reveals most polluted London Underground route to travel on» (<i>The Guardian</i>) «Potentially toxic air pollution hazard identified on London Underground» (<i>Financial Times</i>)	Проблема загрязнения воздуха остается актуальной для Лондона, статьи также освещают вопросы, связанные с неблагоприятной экологической обстановкой Лондонского метро, и сообщают о способах ее разрешения

На основании проведенного анализа газетных заголовков определены основные вопросы, освещаемые британскими газетами по поводу лондонского метро. К ним относятся забастовки сотрудников метрополитена, недостаток прибыли метрополитеном на протяжении нескольких лет, происшествия, изменения, связанные с обновлением станций, отражение лондонцами общественных событий в метро, а также отклик на неблагоприятную экологическую ситуацию. В составе газетных заголовков доминируют лексические единицы с негативной коннотацией (*strikes, disruption, fare trial, collision, suffer offences*), что позволяет составить картину общественных проблем, связанных с жизнью города через метро. Заголовки кратко и четко отражают содержание статьи за счет фактической информации (имена собственные, даты, числительные). Наиболее частотными именами собственными в рассмотренных заголовках являются названия Лондонского метро (London Underground), организации, ответственной за общественный транспорт в Лондоне (Transport for London) и мера Лондона, Sadiq Khan, дающего комментарии по поводу острых проблем метрополитена. Наиболее упоминаемой линией метро является Elizabeth Line как значительный инженерный проект, который был открыт публике в 2022 году.

Таким образом, языковой образ представляет отражение определенного фрагмента мира в языке. Анализ газетных заголовков британской качественной прессы позволяет определить основные особенности, составляющие языковой портрет метро столицы Великобритании с позиции прагматического аспекта представления языкового образа. Анализ ключевых слов и слов-ассоциаций, фактической информации, определение наиболее частотных лексических единиц в заголовках статей позволили выявить вопросы и проблемы, связанные с реальностью, которая окружает носителей языка и составляет их мышление в рамках современной общественно-политической повестки. Так, языковой образ лондонского метро, составленный на основе анализа заголовков статей, представляет наиболее актуальные проблемы, волнующие лондонцев, и позволяет заявлять о метро Британской столицы как о маркере социальных вопросов.

Список использованных источников:

1. Никитина Л.Б. Языковой образ-концепт: о природе сложного термина. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yazykovoy-obraz-kontsept-o-prirode-slozhnogo-termina/viewer> (дата обращения: 25.03.2024).
2. Опарина Е.О. Языковой образ с позиции когнитивно-дискурсивной парадигмы. URL: https://inion.ru/site/assets/files/2680/2017_snt_iazykovoi_obraz_v_kommunikacii-2.pdf (дата обращения: 25.03.2024).
3. Cambridge Dictionary. URL: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-russian/underground> (дата обращения: 25.03.2024).

УДК 069.14

**Концепция создания музея «История ТТИ НИЯУ МИФИ»:
от теории к практике**

Утюж Виктория Андреевна, Леонтьева Анна Алексеевна

*Трёхгорный технологический институт-филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трёхгорный*

vika.utyuzh@mail.ru, aaleonteva@mephi.ru

В статье рассмотрены особенности, цели, функции, задачи университетских музеев. Описано создание кабинета-музея «История ТТИ НИЯУ МИФИ» и его экспозиционные витрины. Обозначены функции данного музея, его роль в образовательном пространстве и приоритеты модернизации.

Ключевые слова: музей, университетский музей, создание музея, фонд музея, экспозиция, экспозиционные группы.

**The concept of Creating Museum «The History of TTI NRNU MEPHI»:
from Theory to Practice**

Utyuzh Victoria Andreevna, Leonteva Anna Alekseevna

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research
Nuclear University "MEPhI", Tryokhgorny*

The article discusses the features, goals, functions, tasks of university museums. The creation of the study room-museum “The History of TTI NRNU MEPHI” and its display cases are described. The functions of this museum, its role in the educational space and modernization priorities are outlined.

Key words: museum, university museum, creation of a museum, museum fund, exposition, exhibition groups.

Университетский музей современного вуза – это своего рода летопись учебного заведения. Он позволяет документировать жизнь университета во времени и пространстве. Музей является основным источником информации о культурной, воспитательной, спортивной, развлекательной и творческой деятельности университета.

И, конечно, ТТИ НИЯУ МИФИ необходим свой музей, который будет хранить историю развития, отражать деятельность всех кафедр, показывать достижения профессорско-преподавательского состава и студентов.

Международный совет музеев (ICOM — ИКОМ) дает следующее определение понятия музей. Музей — это некоммерческая, постоянно действующая организация на службе обществу, которая исследует, собирает, сохраняет, интерпретирует и демонстрирует материальное и нематериальное наследие. Университетские музеи представляют собой группу специализированных учебных музеев различного профиля, которые создаются для повышения эффективности учебного процесса.

В Европе учебный музей, как подразделение, обслуживающее образовательную программу, свои корни берет еще с 1683 года, когда в Оксфордском университете был основан музей Эшмола, названный в честь его основателя и дарителя коллекций. В России началом музейной деятельности считается 1714 год, год основания Кунсткамеры в Санкт-Петербурге. А первый учебно-научный музей появился в 1755 году, когда был образован Московский университет.

Основная цель деятельности университетского музея заключается в участии в подготовке высококвалифицированных специалистов, создании условий для их профессионального, духовного, культурного и интеллектуального развития, а также в постоянном улучшении форм и методов учебной, воспитательной и научно-просветительской работы.

Задачи университетского музея:

- сохранение наследия учебных структурных подразделений как составляющей культурной памяти поколений;
- создание культурно-информационного пространства для ведения образовательной и научно-исследовательской деятельности;
- формирование имиджа музея университета в научно-образовательном пространстве;
- привлечение студентов к изучению истории института;
- формирование научно-учебных экспозиций и их использование в образовательном процессе.

Функции университетского музея:

- составление предметных коллекций;
- сохранение истории вуза;
- передача полученных знаний;
- представление вуза в лицах и свершениях;
- воспитательная деятельность.

Принцип работы музея вуза – научный историзм и тесное взаимодействие с общественными молодежными организациями учебного заведения для достижения основных целей и задач.

Вузовские музеи, находясь в ведении Министерства образования и науки РФ, главным образом должны руководствоваться в своей деятельности Федеральным законом от 26.05.1996 №54-ФЗ «О музейном фонде РФ и музеях РФ» и «Едиными правилами организации комплектования, учета, хранения и использования музейных предметов и музейных коллекций» [8]. Другие законы:

- №3266-1 «Об образовании» (10.07.1992, в ред. от 28.02.2012)
- №125-ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» (22.08.1996, в ред. от 03.12.2011)
- №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (27.07.06)
- №5351-1 «Об авторском праве и смежных правах» (09.07.03, с изм.19.07.05, 20.07.04)

Первым этапом создания музея в ТТИ НИЯУ МИФИ является составление фонда. Фонд музея – это все материалы, экспонируемые и хранящиеся в музее. Музейные фонды должны отвечать следующим требованиям:

- содержание профильных музею предметов;
- соответствие уровню развития профильной науки и музееведения;
- постоянное и целенаправленное пополнение экспонатами;
- научная организованность.

Все музейные экспонаты были занесены в инвентарную книгу. Каждый экспонат музея имеет свою инвентарную карточку. В ней указана информация о наименовании экспоната, его краткое описание, материал, дата поступления, сохранность и составитель данной карточки.

Музейные экспонаты размещены в десяти витринах, восемь из которых находятся в 311 аудитории, а остальные две – в коридоре около кабинета. Первая витрина посвящена истории, руководству и достижениям ТТИ НИЯУ МИФИ. В ней вы можете увидеть такие экспонаты, как директорат ТТИ НИЯУ МИФИ, дипломы, грамоты, медали за победы в различных конкурсах, устав 1994 года, в котором говорится о том, что отделение №5 (филиал МИФИ в городе Трехгорный) было организовано 2 марта 1990 года.

Следующая экспозиция посвящена работе учебного отдела. Здесь представлены положение об учебном отделе 1997 года, приказ о зачислении самых первых студентов нашего института, учебная карточка, первые зачетные книжки и т.д.

В экспозиции кафедры приборостроения, конструирования и технологии электронных средств собраны различные электронные приборы, например, система разработки электротехнических, электронных и автоматизированных систем, лабораторный стенд аналоговая электроника и другие. Также здесь находятся различные печатные источники об электронике и фотоальбомы.

Кафедра технологии машиностроения содержит учебные пособия, механизмы, например, храповый механизм, механизм преобразования вращательного движения в

возвратно-поступательное, фотоальбомы, резцы, образцы диссертации; авторское свидетельство на изобретение, однако, не указано, какое именно это изобретение, так как информация секретна.

В экспозиции кафедры вычислительной техники представлена старая вычислительная техника, а также грамоты, дипломы, благодарственные письма, учебно-методические разработки по дисциплинам кафедры.

Кафедра гуманитарных и социально-экономических дисциплин также содержит грамоты, дипломы за достижения и большое количество печатных материалов.

В витрине «Научная работа ТТИ НИЯУ МИФИ» содержатся сборники научных статей студентов, а также их дипломы за победы в конкурсах, таких как «Дни науки», «Юность науки», олимпиада «Я – профессионал» и другие.

Следующая экспозиция посвящена кафедре физико-математических дисциплин. Здесь есть приборы для проведения опытов по физике (кольцо Гельмгольца), приборы для измерения физических величин (амперметр, вольтметр, барометр анероид).

В Отделе по внеучебной деятельности представлены выпуски студенческой газеты «БУМ» и атрибутика фестиваля «Ты – гордость института».

В нашем музее имеются экспозиции, посвященные деятельности студентов сфере компетенций WorldSkills: Инженерный дизайн CAD, Аддитивное производство, Изготовление прототипов. В данных витринах размещены фотографии активных участников чемпионатов, их дипломы, а также яркие интересные изделия, созданные с использованием технологии 3Д печати.

В витрине «Лазерные технологии» собраны красивые работы студентов (герб РФ, портрет Курчатова, атомный конь МИФИ и др.), созданные с применением лазерных технологий на древесине.

Последняя экспозиционная витрина посвящена спортивному сектору. В ней имеется большое количество кубков, дипломов, медалей за легкоатлетический спорт, футбол, шахматы, приз Володина за победу в лыжной эстафете.

Открытие кабинета-музея ТТИ НИЯУ МИФИ состоялось 29 ноября 2022 года. Его посетили сотрудники вуза, руководство ФГУП «ПСЗ» и администрации. На открытии директор Приборостроительного завода Владислав Владимирович Белобров подарил нашему музею бюст великого советского физика Игоря Васильевича Курчатова, который теперь является одним из самых интересных и уникальных экспонатов музея. Чуть позже ФГУП «ПСЗ» также подарил кабинету-музею ядерный снаряд калибра 152 мм самоходной артиллерийской установки.

Созданный в ТТИ НИЯУ МИФИ музей выполняет следующие функции:

- расширение кругозора работников института и студентов;
- вовлечение учащихся в научно-исследовательскую деятельность;
- хранение истории вуза и передача накопленных знаний;

- освещение научной, культурной, досуговой и профессиональной жизни ТТИ НИЯУ МИФИ.

Роль кабинета-музея «История ТТИ НИЯУ МИФИ» в образовательном пространстве вуза заключается в следующем. Во-первых, музейное пространство в вузе представляет собой средство адаптации в образовательном процессе. Во-вторых, музей воздействует на внутренний мир будущего молодого специалиста, воспитывая в нем устойчивую потребность общения с культурными ценностями.

Новая экспозиция будет посвящена выдающимся выпускникам ТТИ НИЯУ МИФИ, которых у нашего вуза предостаточно. Она будет мотивировать студентов усерднее учиться и еще больше участвовать в чемпионатах профессионального мастерства, научных форумах и конференциях, спортивных конкурсах, культурно-досуговых мероприятиях. А главное, студенты увидят, что ТТИ НИЯУ МИФИ помнит своих выпускников и гордится ими.

Помимо добавления новых витрин и экспонатов для музея планируется приобрести информационный сенсорный киоск. Он будет показывать посетителям общую информацию о музее, помогать ориентироваться в экспозиционных витринах, а также дополнять текстовую подпись к экспонатам фото- и видеоматериалами.

Таким образом, в ТТИ НИЯУ МИФИ был создан кабинет-музей, открытие которого состоялось 29 ноября 2022 года. Теперь будущие специалисты во время перемены могут лучше узнать свое учебное заведение. Экскурсии в музей проводятся в начале учебного года для первокурсников, а также во время городских мероприятий для гостей из других образовательных организаций, администрации, Приборостроительного завода. Экспозиционные группы музея отражают деятельность всех кафедр и секторов института. Сохранена история вуза в фотодокументах, достижениях профессорско-преподавательского состава и студентов. Определены функции кабинета-музея «История ТТИ НИЯУ МИФИ», а также направление дальнейшего развития.

Список использованных источников:

1. Бурлыкина, М.И. История музеев высших учебных заведений дореволюционной России, 1724–1917 гг. – СПб, 2001. – 10 с.
2. Смуров, А.В. Краткая история формирования и современные проблемы музеев образовательных организаций высшего образования. – СПбГУ, 2023. – 28 с.
3. Методические рекомендации по созданию негосударственного музея.- Белгород, 2019. – 22 с.
4. Садовничий В. А., Семин В.Н. Музеи университетов Евразийской ассоциации: аннотированный справочник – М., 2013. – 392 с.
5. Мельникова Г.Ф., Гильманшина С.И. Музеи университета как фактор поликультурного воспитания молодежи – Казань, 2020. – 8 с.
6. Перевод определения понятия «Музей». URL: <https://icom-russia.com/data/events/perevod-opredeleniya-ponyatiya-muzey/>.

7. Калита С. П., Юркин И. Н. Университетский музей как культурный феномен – М., 2019. – 8 с.

8. Федеральный закон о Музейном фонде Российской Федерации и музеях в Российской Федерации. – 1996.

УДК: 811.111-26.

VocabVoyage: путешествие в галактику английских слов

Утюж Виктория Андреевна, Миронова Елена Вячеславовна

*Трёхгорный технологический институт-филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трёхгорный*

vika.utyuzh@mail.ru, mironova-trg@mail.ru

В статье рассмотрено понятие лексикона, его виды. Исследованы различные мнемонические приемы и выбраны подходящие для каждого типа восприятия информации. Произведена оценка эффективности мнемонических приемов на занятии английского языка с последующим контролем в виде словарного диктанта для студентов.

Ключевые слова: лексика, лексикон, пассивный лексикон, словарный запас, запоминание слов, мнемотехника, мнемоника, английский язык, методы ассоциаций, созвучие, ментальная карта.

VocabVoyage: a Journey into the Galaxy of English Words

Utyuzh Victoria Andreevna, Mironova Elena Vyacheslavovna

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgorny*

The article discusses the concept of lexicon and its types. Various mnemonic techniques are studied and the techniques suitable for each type of information perception are selected. The effectiveness of mnemonic techniques in English lessons is evaluated, followed by control in the form of vocabulary dictation for students.

Key words: vocabulary, lexicon, passive lexicon, vocabulary size, memorizing of words, mnemotechnics, mnemonics, the English language, association methods, consonance, mental map.

Богатство любого языка – в его словах. Точность подбираемых нами формулировок и красота речи напрямую зависят от объема словарного запаса, которым мы располагаем. Грамматика и лексика – два основных лингвистических направления, над которыми нужно работать студенту, чтобы овладеть иностранным языком на должном уровне.

Студентам технического вуза легко запомнить грамматические правила иностранного языка, структуру предложений, так как их можно систематизировать, представить в виде схем. К тому же примеры к правилам даются довольно простые. Но, когда дело доходит до практики, студенты впадают в ступор, так как предложения в реальных текстах имеют более сложную конструкцию и много неизвестных слов. И если правилам уделяется достаточное внимание при изучении, то об эффективных способах запоминания новых слов зачастую речи не идет. Поэтому необходимо научить студентов методам и упражнениям, которые они могли бы использовать для самостоятельного расширения словарного запаса.

В научной среде для обозначения словарного запаса принято использовать специальный термин – лексикон. Лексикон – это запас слов и выражений данного человека, социального слоя или данной сферы деятельности. Важно понимать, что лексикон является не просто архивом слов, а целым комплексом словарных единиц языка, которыми пользуется общество и владеет человек. Лексикон включает в себя активный, пассивный и внешний словарный запас.

Активный лексикон – это набор слов, которые человек активно использует в своей устной и письменной речи. Сюда относится тот набор слов, которым мы пользуемся каждый день, постоянно, общаясь с родными, друзьями, коллегами по работе и всеми, кто нас окружает. Примеры активного словарного запаса:

- существительные (city, family, school, people);
- местоимения (we, he, she, it);
- глаголы (go, watch, read, sleep);
- прилагательные (good, bad, beautiful, easy);
- наречия (fast, slow, high, deeply);
- служебные части речи.

Пассивный лексикон – это набор слов, которые человек понимает, но не использует в своей речи или письме. К пассивному лексикону часто относятся следующие единицы языка:

- Профессиональная лексика и терминология. Например, инженер может знать множество терминов (кавалитет, шероховатость, допуск, погрешность), связанных с его профессией, но не использовать их в повседневной жизни.

- Синонимы и антонимы к часто употребительным словам. Например, прилагательные замечательный (wonderful), прекрасный (great), восхитительный (amazing), потрясающий (awesome), невероятный (fabulous) вместо хороший (good).

- Причастия и деепричастия. Для английского языка – это Participle 1 и Participle 2.

- Средства выразительности речи (тропы), устойчивые выражения. Например, английская идиома break a leg (дословно: сломать ногу) имеет аналог в русском языке – ни пуха, ни пера.

Внешний словарный запас – это совокупность слов, которые человек не знает. Если мы встретим такие слова в чьей-то речи или тексте, мы не поймем их значений. Внешний лексикон можно назвать «слепой зоной», в пределах которой встречаются архаизмы, неологизмы, профессионализмы, узкоспециальные понятия, термины и т.д. Например, неизвестными для многих людей являются слова: симулякр, аброгация, криптомнезия, фрустрация и другие.

Уровни лексикона также можно представить схематически в виде множеств, где внешний лексикон – все слова и выражения в целом, пассивный – подмножество из тех, которые известны человеку, активный – подмножество единиц языка, используемых в повседневной жизни.



Рисунок 1 – Виды лексикона

Будущим техническим специалистам необходимо владеть английским языком и вот почему. Несмотря на санкции и политику импортозамещения, студентам придется работать с иностранным оборудованием, которое могло быть установлено на предприятии несколько лет назад. Инструкции и видео-уроки к нему часто идут на

английском языке и могут не иметь перевода на русский. То же самое касается и программного обеспечения: различные САПР (системы автоматизированного проектирования), программы для написания кодов. Перед специалистом может быть поставлена задача создания аналога иностранному устройству, тогда он напрямую должен будет глубоко разбираться в его принципе работы, составных частях, материале, условиях и особенностях производства, а данную информацию на родном языке точно не найти. И конечно, английский язык может пригодиться студентам в повседневной жизни: просмотр фильмов с оригинальной озвучкой, прохождение компьютерных игр, общение за границей и так далее.

Таким образом, основной задачей является расширение именно пассивного словарного запаса, отвечающего за понимание студентами технических текстов.

Эффективное решение проблемы сложности запоминания иностранных слов предлагает мнемотехника. Мнемотехника, или мнемоника, – это совокупность приёмов, увеличивающих объём памяти и облегчающих запоминание информации. Самыми известными примерами мнемотехники являются фраза для запоминания последовательности цветов радуги: «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан» и правило для запоминания количества дней в месяце по костяшкам пальцев.

В основе мнемонического запоминания лежит образное конспектирование, во время которого абстрактные понятия получают визуальные, аудиальные или кинестетические воплощения в памяти. Чтобы в голове возникла ассоциация, и сформировались нужные нейронные связи, образ должен быть объёмным и ярким.

Методы ассоциаций на первый взгляд кажутся простыми и очевидными, однако при запоминании иностранных слов студенты ими редко пользуются. Это связано с тем, что современные люди привыкли к готовым зрительным и звуковым образам (фильмам, мультфильмам, презентациям), где все уже придумано за них.

В зависимости от типа восприятия, студентам следует обратить внимание на подходящие им различные методы ассоциаций. Тип восприятия – это особенность обнаружения и раскрытия информации, поступающей извне, доминантный канал поступления данных. Он может быть: визуальным (зрение), аудиальным (слух), кинестетическим (осязание + обоняние + движение), дискретным/дигитальным (логический анализ, цифры, сравнение).

Метод фонетических ассоциаций используется для запоминания иностранных слов путем подбора созвучных слов на родном языке. Например, для слова "fish" – рыба – можно использовать созвучное слово "фишка". Для сложных слов требуется два или более созвучия.

Метод фонетических ассоциаций становится еще более эффективным, когда его комбинируют с методом последовательных ассоциаций. Они предполагают создание связок для перевода и звучания, чтобы составить сюжет. Для примера возьмем слово "mascot" с созвучием «МЕСтный КОТ» и составим сюжет: местный кот стал талисманом для всех жителей района.

Метод оживления позволяет представить сюжет визуально. Вернемся к примеру со словом "mascot", теперь нам нужно представить кота, улицу, где он живет, и людей, которые улыбаются ему, потому что он уже принес им счастье.

Метод вхождения заключается в том, что вы сами становитесь участником событий, вступаете в картинку, которую представили. Представьте, что вы находитесь на той же улице, где живет этот удивительный кот-талисман, и видите его своими глазами.

Метод соощущений позволяет усилить ваши представления. Соощущения – это совместная работа нескольких органов чувств. В примере с местным котом вы можете взять его на руки, почувствовать его вес, запах и мягкую шерсть.

Иногда после подбора созвучий удобнее пользоваться методом автобиографических ассоциаций. Здесь, в отличие от предыдущих способов, надо использовать воспоминания реально пережитых событий. Например, когда вы уже подобрали ассоциацию к слову puddle — ЛУЖА, ГРЯЗЬ, созвучие ПАДаЛ, — не надо придумывать новый сюжет, а лучше вспомнить реальную ситуацию, когда вы упали в лужу или были свидетелем такого падения. вспомнить реальную ситуацию, когда вы упали в лужу, были свидетелем такого падения. Или для слова sleep (спать) можно подобрать созвучие – глаза СЛИПаются и вспоминать при этом себя по утрам

Исходя из существующих методов ассоциаций, аудиалам больше всего подходит метод фонетических ассоциаций (подбор созвучий), дигиталам – метод последовательных ассоциаций (создание сюжетных связей), визуалам – метод вхождения (представление картинки), кинестетикам – метод соощущений (воображение тактильных ощущений, запахов). Лучше всего запоминаются ассоциации, связанные с реально пережитыми событиями. Статистика среди студентов ТТИ НИЯУ МИФИ следующая:

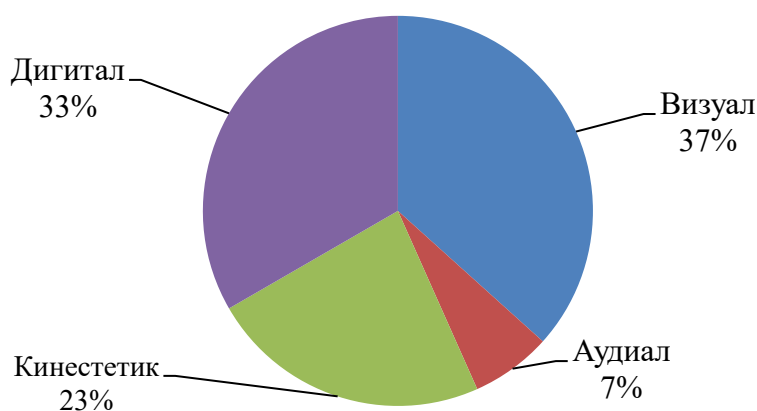


Рисунок 2 – Статистика по типам восприятия

Так как большинство студентов – дигиталы и визуалы, значительная часть заданий должна быть ориентирована на них.

Ментальная карта – это способ визуализации мышления, когда главная тема находится в центре листа, а связанные с ней понятия ветвями располагаются вокруг. Мысленно идя по такой визуальной схеме, будет гораздо проще вспомнить слова, относящиеся к той или иной категории. Создание ментальной карты является эффективным способом запоминания слов как для визуалов, так и для дигиталов.

Пробная лекция-семинар была проведена для группы студентов ТТИ НИЯУ МИФИ в рамках пары английского языка 28.02.2024. Сначала студентам была продемонстрирована презентация с краткой информацией о понятии лексикона, мнемотехники и различных методах ассоциаций. Практической частью стала работа со словами и словосочетаниями для запоминания из Lesson 12 «Учебника английского языка для технических университетов и вузов» И.В. Орловской. В зависимости от своего типа восприятия, студенты использовали разные методы запоминания: подбор созвучных слов, представление изображения, схемы. Затем на следующей паре был проведен диктант, его результаты показали эффективность мнемотехники, так как средний балл студентов повысился с 3,9 до 4,6.

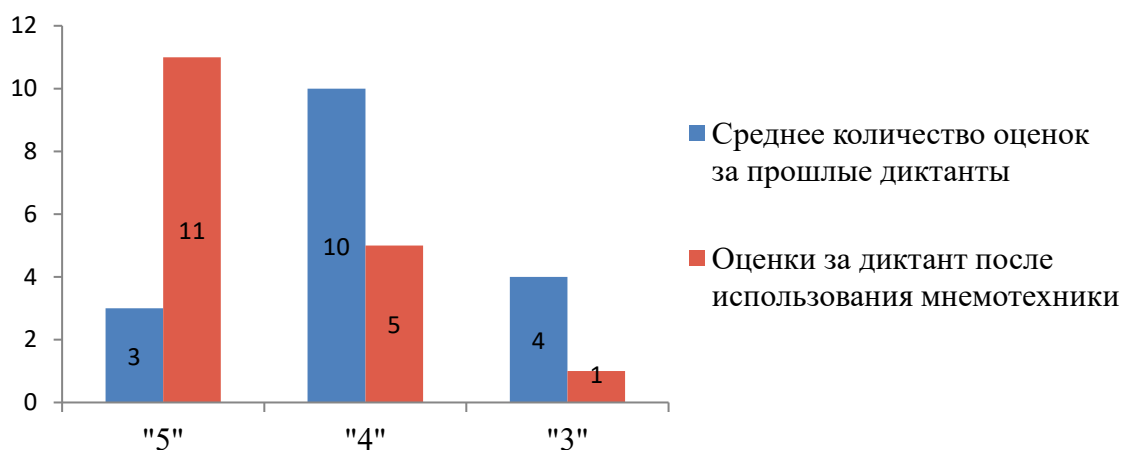


Рисунок 3 – Количество оценок за диктант

Практической частью исследовательской работы является создание буклета. Оформление буклета произведено в космическом стиле. Читателям предлагается отправиться в путешествие в галактику английских слов, чтобы узнать эффективные методы их запоминания. В буклете содержится QR-код теста на тип восприятия информации, а также статистика по студентам ТТИ НИЯУ МИФИ. С обратной стороны ука-

заны примеры разных типов ассоциаций. Создана ментальная карта на тему «Физические величины», которая показывает, что самые распространенные физические величины обозначаются первой буквой английского слова (сила – Force, скорость – velocity и другие).

Также оформлен лист с заданиями на использование мнемонических приемов для творческой мастерской «The English Week», которая будет проведена среди студентов в апреле 2024 года.

Список использованных источников:

1. Еремина, И. Ю. Закон лексикона / И. Ю. Еремина, Л. А. Герасимова, А. И. Куклина // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 2-5(60). – С. 285-289.
2. Матюгин, И. Ю. Как запоминать английские слова. – М.: РИПОЛ классик, 2006. – 322 с.
3. Бура, Л. В. Мнемотехника в образовании: технологии эффективного усвоения информации / Л. В. Бура, Г. А. Чепурной // Проблемы современного педагогического образования. – 2015. – № 47-2. – С. 262-268.
4. Панюшкина О. А. Практика применения новых технологий для обогащения словарного запаса в процессе изучения иностранных языков // ИСОМ. 2014. №3. – 3 с.
5. Ванягина М. Р. Применение мнемотехники для обучения иноязычной лексике // Педагогика и психология образования. 2019. №3. – 15 с.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ

УДК 378

Повышение эффективности модульной объектно-ориентированной динамической обучающей среды MOODLE за счет учета специфики формы обучения студентов

Батуев Виктор Анатольевич, Блинникова Татьяна Викторовна

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета “МИФИ” (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный
Институт открытого и дистанционного образования ЮУрГУ (НИУ),
г. Усть-Катав*

lobanariy2@mail.ru

В данной статье рассматривается вариант повышения эффективности модульной объектно-ориентированной динамической обучающей среды MOODLE за счет различных вариантов заполнения блоков дисциплин с учетом формы обучения студентов. Предложены разработанные варианты наполнения, применяемые авторами и показавшие свою эффективность.

Ключевые слова: MOODLE, наполнение блоков учебных дисциплин, MOODLE в очной форме обучения, MOODLE в заочной форме обучения, эффективность преподавания.

Improving the Effectiveness of the Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment MOODLE by Considering the Specifics of the Form of Student Teaching

*Batuev Viktor Anatolyevich, Blinnikova Tatyana Viktorovna
Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear*

*University "MEPhI", Tryokhgorny
South Ural State University, Ust-Katav*

This article deals with an option to increase the effectiveness of the modular object-oriented dynamic learning environment MOODLE due to the variety of blocks of disciplines filling considering the form of students' teaching. The developed options of blocks filling which have shown their effectiveness in the authors' work are proposed.

Key words: MOODLE, blocks of academic disciplines filling, MOODLE in full-time education, MOODLE in distant education, teaching effectiveness.

В настоящее время модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда MOODLE получила наибольшее распространение в учебных заведениях РФ. Она позволяет относительно легко управлять обучением, организовать взаимодействие студентов и преподавателей. MOODLE показала свою высокую эффективность как для организации проведения курсов по дистанционной системе образования, так и для организации очной формы обучения.

Проектирование структуры модуля дисциплины – ответственная и кропотливая работа. ученных знаний на практике. Именно от правильно выбранной архитектуры проекта модуля зависит повышение эффективности при использовании электронных учебных курсов. Архитектура должна максимально учитывать множество факторов, таких как:

1. Объем преподаваемой дисциплины (количество разделов, учебных часов, часов для самостоятельной работы).
2. Четкую взаимосвязь и поэтапность преподавания тематики, взаимосвязь тем и разделов между собой.
3. Форму обучения студентов (очная форма, заочная, очно-заочная форма обучения).

Проанализировав опубликованные в открытых источниках инструкции по заполнению, авторы пришли к выводу о том, что в большинстве ВУЗов требования к заполне-

нию модулей носят одинаковый характер. Можно выделить два варианта заполнения, которые широко используются в той или иной форме: блочный и модульный.

Блочный вариант как правило содержит следующие подразделы:

1. Организационный блок. Требования к этому блоку – представить краткую информацию об изучаемом курсе, выделить особенности при изучении курса, необходимо также наличие новостного и общего форума для студентов и преподавателя. Чаще всего разработчик сам может включить различные инструменты обратной связи со студентами и пользователями курса.

2. Блок теоретического материала. Здесь представляется вся теория в привязке к темам.

3. Блок практических заданий. Представляются все практические задания также в привязке к темам курса.

4. Блок самостоятельной работы студентов. Аналогично предыдущим блоком, делается в привязке к темам.

5. Блок контрольных мероприятий. Здесь разработчик самостоятельно выбирает из широкого спектра контрольных действий то, которое считает наиболее подходящим для той или иной темы. Это может быть тест, эссе, типовой расчет и т.п.

6. Список рекомендуемой литературы и источников.

Календарный вариант содержит следующие подразделы:

1. Организационный блок. Наполнение данного блока, собственно, ничем не отличается от наполнения его при блочном варианте.

2. Теория по теме №1. Представлена в виде лекции в формате документа, видео или презентации.

3. Практика по теме №1. Типовой расчет, пример расчетов по данной теме, непосредственно само задание для выполнения.

4. И так следует по календарному плану в дальнейшем, то есть при наступлении определенной даты, активируется тема №2 с практическими заданиями и т.д.

5. Список рекомендуемой литературы и источников.

Но такой подход, по мнению авторов, совершенно не учитывает форму обучения студентов, которые работают в MOODLE. В частности, следует учитывать различные нормы времени для самостоятельной работы, для изучения литературы и конспектов. Кроме того, у студентов очной формы всегда есть возможность прямого контакта с преподавателем и работы с ним на семинарах, чего лишены студенты заочной формы обучения. В связи с этим возникает необходимость уделить больше внимания некоторым модулям при заочной форме обучения, а некоторым – при очной.

На рис. 1 показаны основные компоненты для заочной и дистанционной формы обучения. Эта форма характеризуется максимальным количеством часов для самостоятельной работы.

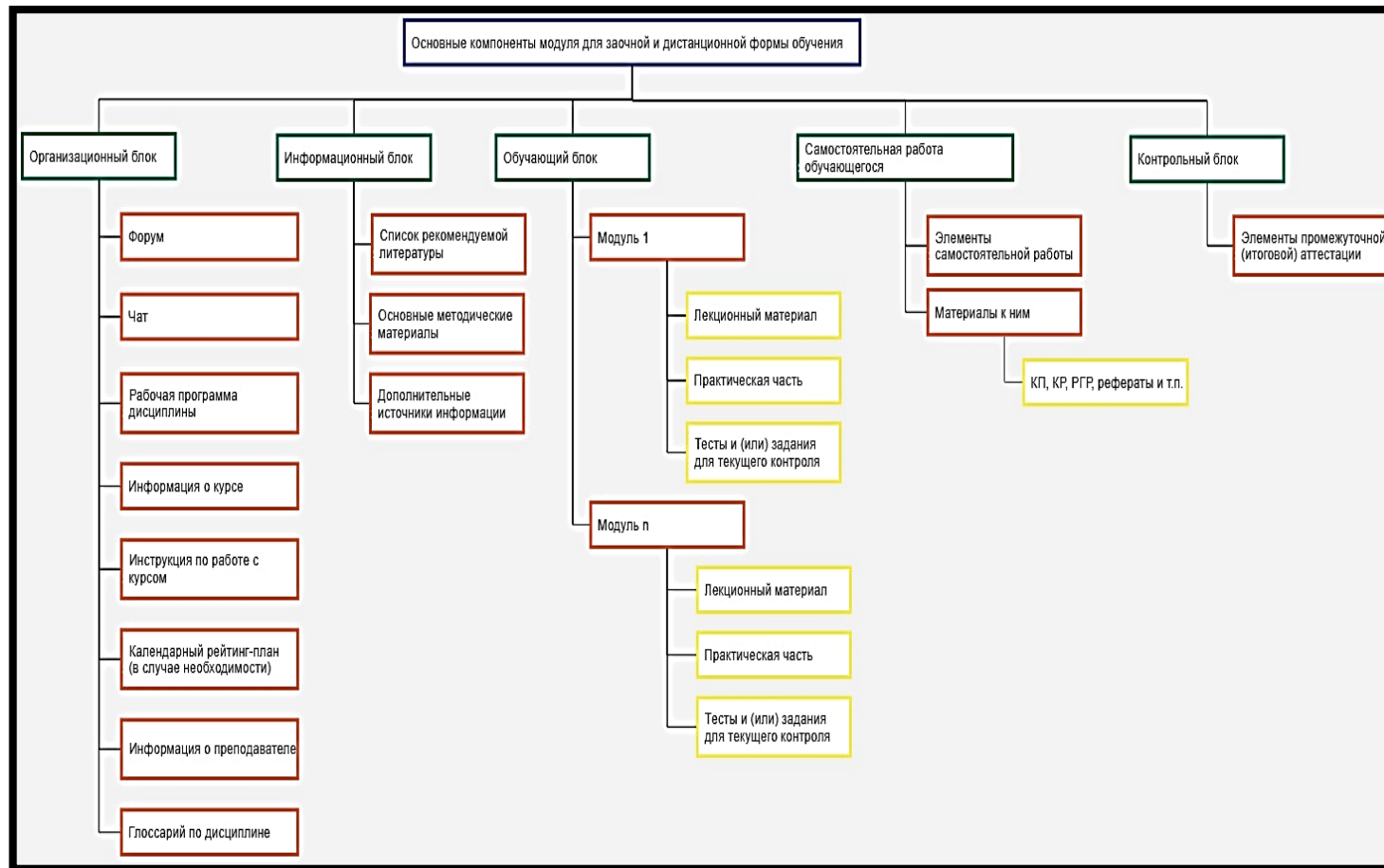


Рисунок 1 – Основные компоненты модуля для заочной и дистанционной формы обучения

На рис. 2 показаны компоненты для модуля очно-заочной формы обучения. В этой форме обучения больше непосредственной

работы с преподавателем, а значит и подход должен быть несколько другой.

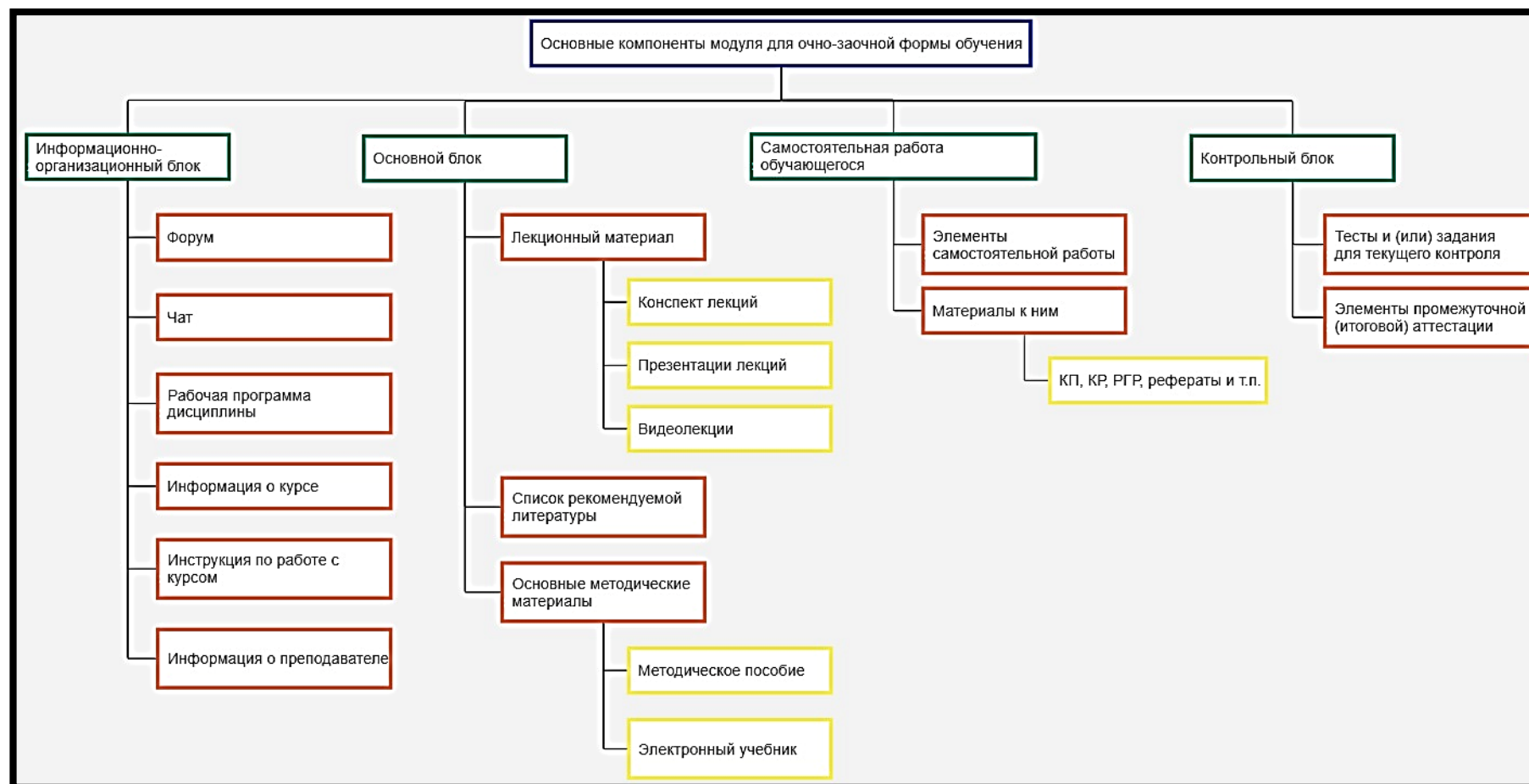


Рисунок 2 – Основные компоненты модуля для очно-заочной формы обучения

На рис. 3 показана схема компонентов для очной формы обучения. Здесь максимум работы с преподавателем «напрямую» и минимальное число часов самостоятельной работы без преподавателя.



Рисунок 3 – Основные компоненты модуля для очной формы обучения

По мнению авторов, именно такие схемы формирования модулей позволят повысить эффективность модульной объектно-ориентированной динамической обучающей среды MOODLE. Ведь только в этом случае, с учетом формы обучения, будут в полной мере учитываться факторы влияния на учебный процесс архитектуры модуля, указанные в начале статьи.

Список использованных источников:

1. Аллен Майкл E-learning: как сделать электронное обучение понятным, качественным и доступным / Майкл Аллен. — М.: Альпина Паблишер, 2017. — 200 с.
2. Вайндорф-Сысоева, М. Е. Методика дистанционного обучения: учебное пособие для вузов / М. Е. Вайндорф-Сысоева, Т. С. Грязнова, В. А. Шитова. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 194 с.
3. Лобачев С.Л. Основы разработки электронных образовательных ресурсов / С.Л. Лобачев. — М.: Интернет Университет Информационных Технологий, 2016. — 188 с.
4. Разработка и использование электронных учебно-методических комплексов в учебном процессе вуза, Михайленко О.А., Василевич Ф.И., Кочиш И.И., 2017. — 112 с.

УДК 371

**Развитие иноязычной лингвистической компетенции
студента – будущего инженера в процессе обучения дисциплине
«Иностранный язык в профессиональной деятельности»**

Захарова Ольга Олеговна

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
Трехгорный*

osja90@bk.ru

В статье обозначается актуальность вопроса развития иноязычной лингвистической компетенции студента технического вуза в процессе его обучения английскому языку. Дается определение исследуемой компетенции, раскрываются составляющие ее компоненты. Приводятся типы упражнений развития данной компетенции у студентов на репродуктивном и творческом уровнях в ходе организации его аудиторной работы по дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

Ключевые слова: иностранный язык, студенты технического вуза, иноязычная лингвистическая компетенция, цифровые образовательные инструменты, методический аппарат.

**Foreign Linguistic Competence Development of a Student – Future Engineer
in the Process of Teaching the Discipline «Foreign Language
in Professional Activity»**

Zakharova Olga Olegovna

*Tryokhgorny Technological Institute, a branch of the National Research Nuclear
University «MEPhI», Tryokhgorny*

The article outlines the importance of the question connected with the development of foreign linguistic competence of an engineering student in the process of teaching English. The definition of the competence under consideration is presented and the constituent components of the competence are unveiled. The types of the exercises to develop students' foreign linguistic competence on the reproductive and creative levels in the process of their teaching the discipline «Foreign Language in Professional Activity» are presented.

Key words: foreign language, engineering students, foreign linguistic competence, digital educational tools, methodical apparatus.

Современный специалист, владеющий иностранным языком на высоком уровне, способен работать с иноязычной технической документацией, развивать межкультурные деловые контакты и совершенствовать собственные навыки в определенной профессиональной области. Принимая во внимание возросшую потребность в квалифицированных специалистах со знанием иностранного языка, система иноязычной подготовки студента направлена на повышение качества обучения языку и ориентирована на обеспечение такого образовательного процесса, при котором уровень владения языком выпускником достаточен для осуществления коммуникации в профессиональной деятельности [5]. Основной целью обучения иностранному языку в вузе является формирование у студента иноязычной коммуникативной компетенции. В ее составе лингвистический компонент, рассматривающийся как владение обучающимся комплексом знаний, умений и навыков, обеспечивающих коммуникативную деятельность, занимает особое место. Согласимся с Г.А. Краснощековой, А.В. Корнеевой, С.В. Зелениной, Р.К. Восиевой в том, что лингвистический компонент иноязычной коммуникативной компетенции выступает основой для формирования способно-

сти студента к иноязычной коммуникации [4; 3]. Лингвистическая компетенция является фундаментом, на котором строится все общение на иностранном языке [4].

В ходе проведенного анализа современных публикаций, посвященных развитию иноязычной лингвистической компетенции студента, мы определили, что на настоящий момент уделяется недостаточное внимание описанию составляющих данной компетенции и способов ее формирования у студентов технического вуза. Следовательно, цель статьи – выделить составляющие иноязычной лингвистической компетенции студентов-будущих инженеров и определить практические способы ее развития в ходе их обучения дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

Следуя задачам нашего исследования, обратимся к определению изучаемой компетенции. Под лингвистической компетенцией понимаются знания о системе и структуре языка, правилах его функционирования в процессе иноязычной речевой деятельности и способах употребления необходимых средств для создания осмысленных высказываний [6]. В работах [7; 10], посвященных изучению иноязычной лингвистической компетенции, отмечаются ее отличия от языковой компетенции. Некоторые исследователи [1; 9] считают, что в лингводидактике языковая и лингвистическая компетенции являются синонимичными понятиями, а их разграничение носит условный характер, так как обе компетенции обозначают овладение обучающимися совокупностью языковых знаний, обеспечивающих их коммуникативную деятельность. Т.В. Юдина считает, что лингвистическая компетенция отличается от языковой как продвинутый уровень владения языком от базового, поскольку лингвистическая компетенция включает более широкий диапазон знаний об изучаемом языке [10].

В контексте языковой подготовки студента технического вуза развитие иноязычной лингвистической компетенции является актуальным, так как для эффективного построения устного и письменного высказывания в ситуации неформального и делового общения, понимания профессионально-направленных текстов студенту необходима систематизация накопленных языковых знаний и умений, их расширение, развитие у обучающегося личной заинтересованности в повышении собственного уровня владения языком. Следовательно, определим иноязычную лингвистическую компетенцию студента технического вуза как его способность осуществлять иноязычную коммуникацию в ситуациях профессионально-ориентированного общения, основанную на владении студентом системой языковых знаний, умений использования речевых средств и стремлении к языковому саморазвитию.

Далее обратимся к описанию составляющих изучаемой компетенции. Ряд исследователей [4; 6; 8] рассматривая иноязычную лингвистическую компетенцию как совокупность знаний системы языка и правил ее функционирования, в ее составе выделяют фонетический, лексический, грамматический, семантический, орфографический и ор-

фоэпический компоненты. Согласно Т.А. Юдиной, тремя составляющими лингвистической компетенции являются языковая (совокупность лексических, грамматических, фонетических знаний, взаимосвязанных с теорией языка), лингводискурсивная (знание жанровых особенностей коммуникативной ситуации, языковых норм построения высказывания) и стратегическая (овладение когнитивными, метакогнитивными, аффективными стратегиями взаимодействия, лингвистической наблюдательностью и рефлексией) [10, с. 632]. Определяя компоненты лингвистической компетенции, исследователь раскрывает их когнитивные, процессуальные и аксиологические особенности. З.И. Трубина, А.Н. Шестакова определяют структуру данной компетенции как сочетание трех компонентов: когнитивного (знание лексических единиц, устойчивых выражений, фонетических, грамматических правил, орфоэпических норм), операционально-деятельностного (владение умениями и навыками для осуществления разных видов речевой деятельности) и мотивационно-деятельностного (интерес и стремление к овладению иностранным языком) [9, с. 320]. Аналогичной представляет структуру лингвистической компетенции в ходе обучения иностранным языкам Т.А. Пыркова: исследователь определяет мотивационный, когнитивный, операционно-деятельностный компоненты в составе исследуемой компетенции [7, с. 13].

Принимая во внимание рассмотренные выше классификации и учитывая специфику обучения иностранному языку студента технического вуза, определим следующие составляющие иноязычной лингвистической компетенции будущего инженера:

- когнитивно-языковой компонент (знание лексических единиц, грамматических конструкций, фонетических и орфоэпических норм, стилистических особенностей профессиональной и деловой коммуникации на иностранном языке);
- операционально-деятельностный компонент (владение системой языковых знаний, необходимых для построения иноязычных высказываний в ситуации устного / письменного профессионально-направленного взаимодействия);
- мотивационно-стратегический компонент (осознание важности владения иностранным языком для личностного и профессионального развития, стремление применять методы для запоминания материала и речевой практики, способность организовывать собственную работу по изучению языка).

Определенные нами составляющие иноязычной лингвистической компетенции студента технического вуза положены в основу определения практических способов, направленных на развитие у обучающихся данной компетенции в контексте преподавания дисциплины «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

Выявляя специфику развития иноязычной лингвистической компетенции студента, стоит принимать во внимание особенности обучения иностранному языку в техническом вузе (учет уровня владения языком студентом, обеспечение обратной связи в ходе работы, нацеленность на практическую отработку полученных знаний и

умений, акцент на повышение мотивации к изучению языка, в том числе при внедрении новых технологий организации работы [2]); характеристики современного студента – представителя поколения Z (направленность преимущественно на визуальное восприятие информации, способность к многозадачности, хорошая ориентация в быстрых информационных потоках, низкий уровень сформированности коммуникативных навыков), а также сферу профессиональных интересов обучающегося (стремление к изучению материала, связанного с технической специальностью, современными технологиями и будущей профессиональной деятельностью).

Следуя данным направленностям организации работы студентов по дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности», нацеленным на развитие у обучающихся иноязычной лингвистической компетенции, определим необходимость разработки комплекса заданий. Основой для создания упражнений выступает отбор учебного материала. Учитывая актуальность подбора англоязычных текстов, соответствующих уровню подготовки студентов и их профессиональным интересам, мы обратились к образовательной платформе Юрайт, на которой представлены учебные пособия по английскому языку по направлению подготовки студентов. Рассматривая образовательные возможности Юрайт, важно отметить удобство ее использования как современного цифрового инструмента, обеспечивающего быстрый обмен материалами со студентами и организацию обратной связи. Помимо учебных пособий на платформе представлены задания и контрольные работы по изученному разделу, которые можно использовать как диагностический материал сформированных языковых знаний и умений студентов. Поскольку ключевая задача исследования – развитие у обучающихся иноязычной лингвистической компетенции как многокомпонентного образования, определяющего комплекс знаний и умений обучающегося в рамках всех видов речевой деятельности, его направленности на изучение иностранного языка, нами созданы задания на основе языкового материала выбранных курсов Юрайт для студентов, обучающихся по специальности «Проектирование технологических машин и комплексов».

Определим, что развитие изучаемой компетенции у студентов может осуществляться на репродуктивном и творческом уровнях. Языковой материал и направленность заданий могут усложняться в зависимости от степени овладения обучающимися языковыми знаниями и нормами, необходимыми для построения высказываний на иностранном языке, анализа коммуникативной ситуации, и развития мотивации к изучению языка.

На репродуктивном уровне студенту предлагаются языковые и условно-речевые упражнения, направленные на автоматизацию навыков по каждому виду речевой деятельности. Представим методический инструментарий, положенный в основу разработки упражнений для студентов на данном уровне (таблица 1).

Таблица 1 – Методический инструментарий, направленный на развитие иноязычной лингвистической компетенции студента в рамках его работы по дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности» (репродуктивный уровень)

Методы работы	Примеры заданий	Формат организации работы
1	2	3
Фонетические упражнения	Divide the words into the columns [ʃ], [tʃ], [k]: chemical, machine, machinist, machinery, mechanic, search, hi-tech, technological, technical, technique, teacher. Read the first passage of the text and write down all the words stressed in the second syllable.	Парная, индивидуальная работа
Грамматические трансформационные, подстановочные упражнения	Put the words into the right order to make up questions: 1. «subtractive»/what/the word/mean/does. 2. possible/is/roughing/on/it/to perform/and/ on the same/finishing/machine. 3. what/to/refer/of/does/the process/roughing.	Парная, фронтальная работа
Лексические, лексико-грамматические языковые упражнения	Find the synonyms pairs: to deal with, to build, to depend on, to appear, to raise, to be concerned with, to devise, to extend, to rely on, to construct, to disappear, to invent. Make up the phrases using the words under the letters A and B (A. to remove, to meet, to bring to, to produce, to drill, to cut into, to do on, to traverse, to move. B. specifications, a specified geometry, the needs, a hole, pieces, swarf, a lathe, in multiple directions).	Парная, индивидуальная работа
Лексико-грамматические условно-речевые контрольные упражнения	Do the test tasks, follow the link: https://clck.ru/37Wtop	Самостоятельная работа с использованием цифровых инструментов
Упражнения, направленные на тренировку навыков чтения	Put a slash where the spaces between words are: People make use of machines in all the iractivities. Most of the semachines are of recent origin. Some of them how ever date back to very wncient times. Such machines a sautomobiles appeared mots along ago. But without the first tool maker sand craftsme of the ancient times the present day civilization would not have developed	Парная, индивидуальная, фронтальная работа

Окончание таблицы 1

1	2	3
Аудитивные упражнения	Watch the video (https://clck.ru/37WtAA) “The Most Common Metal Machining Processes” . Take the following notes: a) the name of the process, b) the Russian translation of the process name, c) the purpose of its use.	Индивидуальная, фронтальная работа
Упражнения, направленные на тренировку навыков письма (конструирование предложений по образцу, аналитико-репродуктивные упражнения по сжатию/расширению текста)	Write a summary of the text (https://clck.ru/37WyhE) according to the plan: The question under consideration is The author reveals such facts as It is worth mentioning such biographical facts of A. Nobel as ... Today the inventors are known as ... because In conclusion it is necessary to mention that ... Rewrite the sentences according to the example: It is a boring job. It is very rewarding. – In spite of the fact that this job is boring, it is very rewarding.	Самостоятельная, фронтальная работа

На творческом уровне студентам предлагаются задания, ориентированные на продуцирование устных и письменных высказываний на английском языке в рамках предложенной коммуникативной ситуации. Данные задания предполагают владение студентами основными фонетическими, лексико-грамматическими навыками, умениями построения иноязычных высказываний. Методы работы и примеры заданий для студентов данного уровня представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Методический инструментарий, направленный на развитие иноязычной лингвистической компетенции студента в рамках его работы по дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности» (творческий уровень)

Методы работы	Примеры заданий	Формат организации работы
1	2	3
Упражнения, направленные на развитие навыков говорения на уровне сверхфразового единства / текста	Prove that an engineer needs good command of a foreign language. Use the points from the text as well as your own idea. Choose one of the topics and prepare your answer. Visualize it. Then work in pairs and give a brief presentation. a) Factors affecting machinability b) Machinability evaluation techniques	Индивидуальная, парная работа

Окончание таблицы 2

Продуктивные упражнения, направленные на развитие навыков письма на английском языке	Study the infographics connected with the history of machine building. Write a short report about it using the infographics as well as your knowledge. Present your report to the groupmates. Follow the link to see the infographics: https://disk.yandex.ru/i/SRzOXnEVLaEr5A Write an essay on the topic: The most recent trends in machine building.	Индивидуальная, фронтальная работа
Лексико-грамматические речевые упражнения	Make up three questions according to the text (https://clck.ru/37WYhE). Ask them to a student of the group.	Парная, групповая работа
Коммуникативные диалогические, монологические упражнения	Study the CV and act out the dialogue. Ask and answer the typical interview questions. Explain the job connected with the position in the sphere of engineering and the skills required.	Парная работа
Коммуникативные игровые упражнения	Take part in the discussion «Social media use to get a good job» (work in teams: revise your notes in the copybooks, summarize them, make a list of the arguments, take part in the discussion and present you arguments, try to win with more arguments than the opposite team).	Работа в группах

Важным условием реализации комплекса задний, направленных на развитие у студента исследуемой компетенции, выступает ориентация на повышение мотивации обучающегося к изучению английского языка, что осуществляется при внедрении в работу по дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности» следующих методических средств:

- цифровых образовательных инструментов (сервисов платформы Юрайт, интерактивных заданий на основе LearningApps, тестовых заданий, разработанных с помощью Яндекс Формы, упражнений на основе видео YouTube, Ted Talks);
- организация обратной связи со студентами (отслеживание прогресса обучающегося, поощрение его продуктивной работы и успехов, выявление познавательных интересов для отбора языкового материала).

Таким образом, проведенный анализ позволил обозначить, что иноязычная лингвистическая компетенция выступает важным компонентом иноязычной коммуникативной компетенции обучающегося, поскольку является основой для развития

его способности к иноязычной коммуникации. Развитие лингвистической компетенции студента технического вуза – важная задача обучения дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности», связанная с расширением имеющихся языковых знаний будущего инженера в контексте ситуаций, связанных со сферой его профессиональных интересов. Эффективное развитие исследуемой компетенции может осуществляться на репродуктивном и творческом уровнях при внедрении в систему работы со студентами комплекса заданий, разработанных на основе вариативного методического аппарата с применением цифровых образовательных инструментов. Перспективной дальнейшего исследования выступает внедрение предложенного комплекса упражнений в работу со студентами 3-4 курсов по дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

Список использованных источников:

1. Домбровская И.И. Лингвистическая компетенция как часть языкового сознания и способы оценки уровня ее сформированности // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. – 2016. – №1 (10). – С. 89-91.
2. Зиннатова Д.М. Особенности организации обучения иностранному языку в техническом вузе // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – №8 (122).
3. Корнеева А.В., Зеленина С.В., Восиева Р.К. Лингвистическая компетенция как паритетная коммуникативная компетенция // Colloquium-journal. – 2020. – №6 (58). – С. 71-73.
4. Краснощекова Г.А. Лингвистическая компетенция – основа для формирования профессионально ориентированной коммуникативной компетенции. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28244> (дата обращения: 09.03.2024).
5. Краснощекова Г.А. Теория и практика языкового образования студентов технических вузов: монография / Г.А. Краснощекова. – Чебоксары: ИД «Среда», 2018. – 72 с.
6. Осиянова О.М., Осиянова А.В. Технологический аспект формирования лингвистической компетенции студентов: монография // О.М. Осиянова, А.В. Осиянова. – Оренбург, 2020. – 178 с.
7. Пыркова Т.А. Формирование лингвистической компетенции студента неязыкового вуза средствами театрализации: автореф. дисс. ... к. пед. н. Екатеринбург, 2018.
8. Стройков С.А., Бердникова Т.А., Стройкова М.Д. Формирование лингвистической компетенции старших школьников посредством мобильных приложений в процессе обучения иностранному языку. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41253713> (дата обращения: 09.03.2024).
9. Трубина З.И., Шестакова А.Н. Лингвистическая компетенция как компонент языкового образования: структура, содержание // На пересечении языков и культур. Актуальные вопросы гуманитарного знания. – 2022. – №1 (10). – С. 89-91.
10. Юдина Т.В. Обоснование структуры лингвистической компетенции как компонента коммуникативной компетенции студента языкового вуза // Педагогика: теория и практика. – 2021. – Т. 6. – № 4. – С. 629-636.

УДК 371

Возможности использования тестовых задач в курсе физики в вузах

Зубова Наталья Валерьевна

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ),
г. Трехгорный
Московский государственный университет технологии и управления (ПКУ)
им. Разумовского, Москва*

na448@yandex.ru

В статье изложены возможности применения тестовых заданий в курсе физики с использованием учебно-методического пособия на примере раздела «Электромагнетизм». Указана структура пособия и типы заданий, представляющие широкий спектр возможностей диагностических и проверочных работ курса студентам ВУЗов.

Ключевые слова: тестовая задача, учебное пособие, диагностика, проверка знаний.

The Possibilities of Using Test Tasks in Physics Course at Universities

Zubova Natalia Valeryevna

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research
Nuclear University «МЕРФИ», Tryokhgorny
Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University)
K.G. Razumovsky, Moscow*

The article describes the possibilities of applying test tasks in Physics course using a study guide by means of the example of teaching the unit "Electromagnetism". The structure of the study guide and the types of tasks representing a wide range of possibilities of diagnostic and verification work of the course for university students are indicated.

Keywords: a test task, a study guide, diagnostics, knowledge test.

Использование тестовых задач широко применяется в социально-педагогической практике образовательных учреждений. Тестирование содержит совокупность организационных и методических мероприятий, обеспечивающих разработку независимых средств оценки качества образования [2, 4]. Такой способ представления учебного материала изучается в современной дидактике. Тестовые задачи служат инструментом диагностики и контроля полученных знаний, и как любой метод, имеют преимущества и недостатки [1, 3].

Таблица 1

Достоинства метода	Недостатки
Возможность проверки основных знаний, умений и навыков на основе стандартизированной процедуры измерения Оптимизация обработки и анализа полученных результатов тестирования Объективность процесса оценивания результатов (задана единая шкала измерения)	Значительная трата времени на разработку При включении тестовых заданий в учебную программу необходима разработка специальных учебно-методических материалов Для автоматизации коллективного использования тестовых заданий требуется электронно-образовательная среда

Предложим способ устранения недостатков в использовании метода тестирования на примере курса физики в вузе. Для этого можно воспользоваться имеющимися учебно-методическими изданиями.

Рассмотрим возможность организации диагностических и проверочных работ на основе использования учебно-методического пособия [5]. Сборник тестовых задач разработан по разделу физики «Электродинамика». Он содержит пять частей, подразделов (в силу общности содержания тем, назовем их разделами): электрическое поле в вакууме; законы постоянного тока; магнитостатика; явление электромагнитной индукции; уравнение Максвелла; электрические и магнитные свойства вещества, охватывающие темы практических занятий в вузовском курсе физике.

Каждый раздел включает три компонента: основные понятия, законы и формулы; задачи с разобранными решениями и ответами; задачи для самостоятельного решения. Такая структура пособия позволяет диагностировать и оценивать знания и умения обучающихся по всем разделам физики. Представим примеры тестовых задач содержащихся в одном из разделов «Электродинамики».

Первый раздел пособия включает в себя тестовые задачи по темам «Электростатики». К этому разделу отнесены задачи, основанные на применении законов, определяющих силовое взаимодействие, возникающее между зарядами-источниками и зарядами-приемниками в электрическом поле. Приведем примеры различного вида задач, встречающихся в учебно-методическом пособии [5].

1. Задачи, на проверку знаний курса физики.

К этому типу отнесены задачи, проверяющие знания физических формул, содержание понятий и явлений изучаемой части физики: «Относительно статических электрических полей справедливы утверждения»:

- 1) электростатическое поле образуется движущимися зарядами;
- 2) силовые линии поля разомкнуты;
- 3) работа по перемещению заряда вдоль эквипотенциальной линии равна нулю;
- 4) эквипотенциальные поверхности электрического поля перпендикулярны силовым линиям.

2. Векторное решение задач.

1) Отыскание векторов сил электрического поля созданных точечными зарядами (векторы в плоскости): «В вершинах равностороннего треугольника находятся заряды, одинаковые по модулю (рис. 1)».

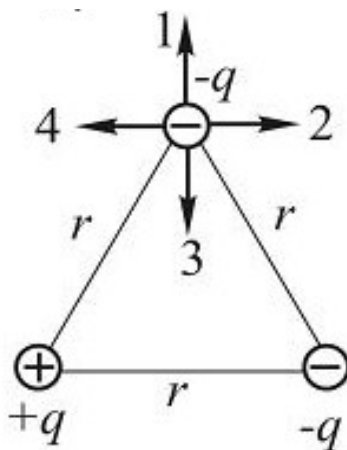


Рис. 1 – Конфигурация электрического поля точечных зарядов

Сила, действующая на верхний заряд, и напряженность поля в месте нахождения этого заряда обозначены векторами...

- 1) сила – вектор № 3, напряженность – № 1;
 - 2) сила – вектор № 4, напряженность – № 2;
 - 3) сила – вектор № 3, напряженность – № 3.
- 2) Изучение вращательных способностей заряженных систем находящихся в электрическом поле (векторы в пространстве): «Жесткий электрический диполь находится в однородном электростатическом поле (рис. 2)».

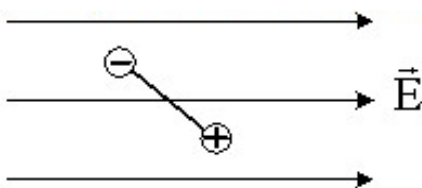


Рис. 2 – Движение диполя в однородном электрическом поле

Момент сил, действующий на диполь, направлен...

- 1) к нам;
- 2) вдоль вектора напряженности поля;
- 3) против вектора напряженности поля;
- 4) от нас;
- 5) вверх;
- 6) вниз.

В силу векторного вида многих физических величин, решение задач требуют умения работы с векторами.

3. Анализ законов и понятий определяющих физические величины. Решение задач в рисунке.

Применение понятия потока вектора напряженности и теоремы Остроградского-Гаусса при исследовании электростатического поля: «Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности S_1 , S_2 , S_3 . (рис. 3)».

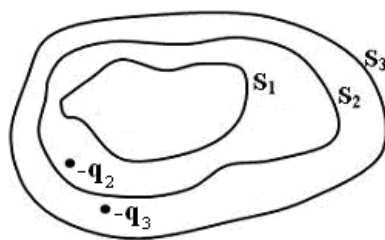


Рис. 3 – Система зарядов в замкнутых поверхностях

Поток вектора напряженности электростатического поля равен нулю через поверхность.

- 1) S_1 ;
- 2) S_2 ;
- 3) S_3 .

4. Установление связи между физическими величинами. Графическое решение задач.

Нахождение зависимости напряженности электрического поля от координаты: «Зависимость потенциала φ электростатического поля от координаты x показана на рисунке 4».

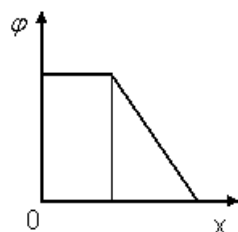


Рис. 4 – Зависимость потенциала от координаты в электрическом поле

Проекция вектора напряженности E_x этого поля зависит от координаты x (рис. 5), как показано на графике (выбрать номер графика, указывающий правильный ответ)...

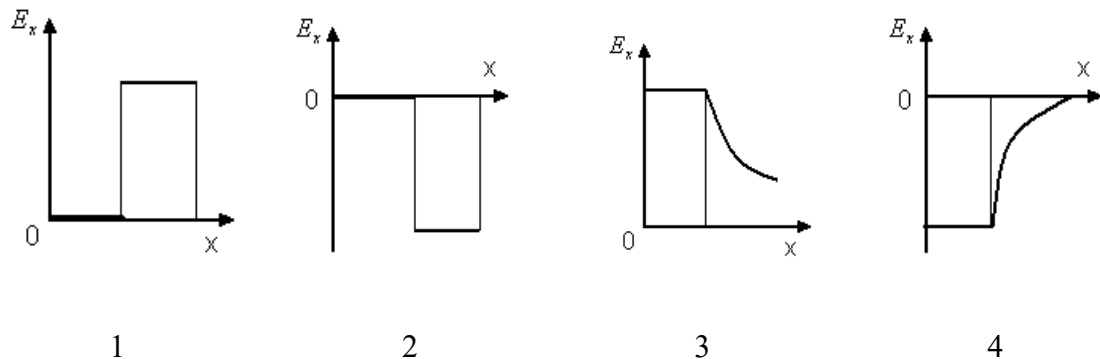


Рис. 5 – Зависимость напряженности от координаты в электрическом поле

Большинство задач не требуют аналитического решения, а ограничиваются трансформацией понятий, законов, правил изучаемого раздела физики.

5. Задачи с аналитическим решением.

1) Задачи, содержащие буквенные обозначения физических величин: «Присоединенный к источнику тока плоский конденсатор имеет энергию W . Если между обкладок конденсатора поместить диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ε , то энергия электрического поля конденсатора станет равной»

- 1) $\frac{W}{\varepsilon}$;
- 2) $(\varepsilon - 1)W$;
- 3) W ;
- 4) $\frac{W}{\varepsilon - 1}$;
- 5) εW .

2) Задачи, требующие получения численных значений результатов: «Отношение зарядов Q_1/Q_2 на обкладках конденсатора в схеме (рис. 6) после ее включения равно»

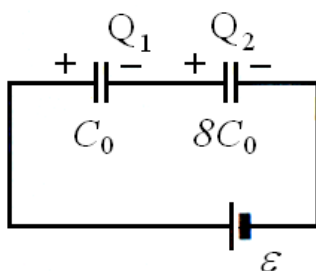


Рис. 6 – Электрическая схема, содержащая плоские конденсаторы

- 1) $1/8$;
- 2) 1;
- 3) 4;
- 4) 8;
- 5) 2.

Предложенное к рассмотрению учебно-методическое пособие [5] содержит достаточное количество тестовых задач курса физики «Электродинамики». Разработанную систему задач можно использовать как при диагностических работах для закрепления материала, так и для проведения проверочных работ. Использование пособия на занятиях физики позволит сократить время, отводимое на разработку заданий по текущим темам, а также на проверку проводимого контроля. Данная методика позволяет студентам систематически развивать умения в решении тестовых задач курса, что, в свою очередь, способствует повышению эффективности учебного процесса.

Список использованных источников:

1. Абушкин Х. Х., Масленникова Л. В., Бабичева А. Е. Использование информационно-коммуникационных технологий при формировании основных понятий раздела «Электростатика» в курсе физики профильной школы // Учебный эксперимент в образовании. 2022. № 1. С. 55–61.
2. Боккин А. С. Современные источники информации на уроках физики: убраться нельзя использовать // Школа будущего. 2019. № 6. С. 178–191.
3. Даммер М. Д., Якимов К. В. Профессиональная ориентация студентов технического вуза при организации исследовательской деятельности на занятиях по физике // Учебный эксперимент в образовании, 2023. – № 1(105). – С. 36–47.
4. Дербеденева Н. Н., Иванова Т. А., Кочетова И. В., Дербеденева А. С. Методические аспекты разработки учебного интерактивного тренажера «Геометрия в пространстве» в динамических программных средах // Учебный эксперимент в образовании, 2022. – № 2 (102). – С. 62–68.
5. Зубова Н. В. Электродинамика. Сборник тестовых задач: учебное пособие для вузов / Н. В. Зубова. – Санкт Петербург: Лань, 2024. – 120 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>А. С. Токарев, М. А. Блохин, Д. А. Миниханова</i>	
Проектирование гибкой производственной системы обработки деталей типа «Вал»	3
<i>А. С. Токарев, М. А. Блохин, Д. А. Миниханова</i>	
Исследование формообразования отверстий двухлезвийными спиральными сверлами при засверливании в поверхность под углом.....	7
<i>Ю. М. Игонина, А. О. Кузнецов, А. В. Козлов</i>	
Оценка изменения толщины стенок при гибке труб с раскатыванием с использованием высокоточного измерительного инструмента	12
<i>С. В. Миронюк, С. М. Сухорукова, А. П. Худицына, А. С. Токарев</i>	
Разработка учебного инструментария как наглядного пособия в целях обучения студентов ТТИ НИЯУ МИФИ	17
<i>Е. В. Белоусов, В. А. Дьяконова, Н. В. Осипова, А. С. Токарев, К. Ю. Пузыня</i>	
Разработка макета трехкулачкового патрона с использованием коэффициентов усадки пластика в целях обучения студентов ТТИ НИЯУ МИФИ	27
<i>Д. С. Пикан, Р. М. Гатин, А. С. Токарев</i>	
Увод оси возникающий из-за деформации осевого режущего инструмента под действием различных сил резания	37
<i>А. О. Прохоров, И. А. Сашко, А. В. Бобылев, А. В. Козлов</i>	
Анализ метода холодной гибки труб с раскатыванием	42
<i>А. С. Токарев</i>	
Построение схемы действия сил резания на режущие кромки монокристаллического трехзубого зенкера	49

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ В НАУКЕ

<i>Н. В. Зубова</i>	
О силе взаимодействия точечного заряда с проводящим шаром	53
<i>И. А. Синицын, Г. П. Смольников, П. С. Баландин</i>	
Пьезоэффект. Пьезоэлектрический генератор	58

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

В. А. Вебер

Система импорта в реестр Минтруда обученных работников	64
--	----

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

А. М. Кашапова, В. С. Лобанов

Оценка экономичности разработанной защиты ракеты от воздействия специальных факторов	70
---	----

В. С. Лобанов, А. С. Карякин, К. В. Крупин, Д. А. Зайцев

Экономическое обоснование внедрения в производство системы агрегатов печатных плат на ФГУП «ПСЗ»	74
---	----

А. О. Подлескин, И. И. Курбангалиев, В. С. Лобанов

Аддитивное производство в машиностроении: анализ экономической эффективности селективного лазерного сплавления	78
---	----

А. О. Подлескин, И. И. Курбангалиев, А. М. Телявгулов, В. С. Лобанов

Анализ тигельных печей, используемых при выплавке свинца, и варианты их модернизации	84
---	----

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ

И. В. Буслаев

Методы внедрения здорового образа жизни в студенческую среду	92
--	----

И. А. Надеин, О. О. Захарова

Языковой образ лондонского метро как маркера социальных вопросов (на материале анализа англоязычных газетных заголовков)	97
---	----

В. А. Утюж, А. А. Леонтьева

Концепция создания музея «История ТТИ НИЯУ МИФИ»: от теории к практике	103
---	-----

В. А. Утюж, Е. В. Миронова

VocabVoyage: путешествие в галактику английских слов.....	108
---	-----

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ

В. А. Батыев, Т. В. Блинникова

Повышение эффективности модульной объектно-ориентированной динамической обучающей среды MOODLE за счет учета специфики формы обучения студентов..... 115

О. О. Захарова

Развитие иноязычной лингвистической компетенции студента – будущего инженера в процессе обучения дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности» 121

Н.В. Зубова

Возможности использования тестовых задач в курсе физики в вузах 130

Научное издание

НАУКА ТТИ НИЯУ МИФИ – 2024:

Сборник научных трудов.

Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ

Изд. № 013-2

Подписано в печать 04.06.2024.

Объем 16,16 усл. печ. л. Формат 60×84 1/8

Тираж 100 экз. Бумага офсетная

Заказ № 224.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в типографии ГОУ ВО «ЮУрГГПУ»

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69