

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

# ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В XXI ВЕКЕ

*Материалы  
республиканской научно-практической конференции  
молодых ученых и студентов*

*(25–26 ноября 2021 г.)*

Минск  
БНТУ  
2021

УДК 62:378(06)

ББК 74.58я47

И62

Редакционная коллегия:

*А. М. Маляревич* (гл. редактор), *С. А. Иващенко* (зам. гл. редактора),  
*А. А. Дробыш*, *Т. Г. Леонтьева*, *В. М. Комаровская*,  
*Э. М. Кравченя*, *Т. В. Шеринёва*

В сборнике рассматриваются вопросы современного состояния инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь, анализируются современные педагогические, методические и психологические задачи в системе профессионального образования и пути их решения. Представлены некоторые разработки в области техники и технологии новых материалов.

ISBN 978-985-583-733-7

© Белорусский национальный  
технический университет, 2021

# СЕКЦИЯ «ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ И ПЕДАГОГИКА»

УДК 621.762.4

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДЕОКОНТЕНТА В КУРСАХ LMS MOODLE ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

*Близнюк А. В.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Кравченя Э. М.  
Республиканский институт профессионального образования,  
г. Минск, Республика Беларусь*

У преподавателей, работающих в системе дистанционного обучения Moodle всегда остро стоит вопрос о повышении активности обучающихся. Исходя из опыта, можно говорить о том, что активность слушателей возрастает тогда, когда курс учебной дисциплины интересный и разнообразный, логически связан и ориентирован на практическую деятельность. Встраивание в учебный курс дисциплины различного видеоконтента может в этом помочь. Если проанализировать статистику посещения обучающимися курсов Moodle [1], то можно увидеть какие элементы курса пользуются популярностью среди обучающихся, результаты статистики посещений элементов курса указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Статистика посещений элементов курса

Элемент	Работали с элементом курса, %	Не работали с элементом курса, %
Видео	100	0
Задание	65	35
Гиперссылки	90	10
Лекция	50	50
Тест	60	40
Форум	70	30

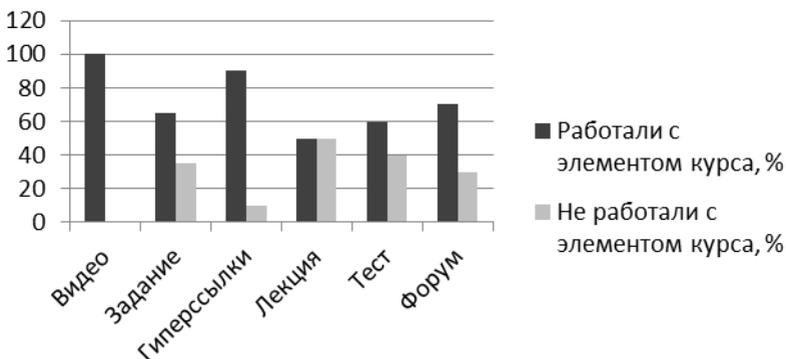


Рисунок 1 – Статистика посещаемости элементов курса обучающимися

Из анализа посещаемости видно, что самым большим успехом среди обучающихся пользуется элемент «Видео».

Применяя видеоконтент в дистанционных курсах преподаватель может ожидать повышения эффективности усвоения пройденного материала, сложных понятий, а также развития интереса и формирования у обучающихся ярких, зримых представлений, которые обеспечивают определенный эмоциональный настрой. За счет расширения числа задействованных каналов восприятия информации (аудиального, визуального, кинетического) возрастает эффективность обучения. Использование видеоматериалов позволяет рационально организовать учебный процесс, сделать обучение интересным и эффективным за счет рационально организованной структуры курса и согласования возможностей видео с задачами обучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Moodle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://86.57.153.145:81>. Дата доступа: 25.10.2021.

УДК 621.762.4

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ONLINE РЕЖИМЕ**

*Близнюк А. В.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Кравченя Э. М.*

*Республиканский институт профессионального образования,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Цифровая трансформация образования вынуждает преподавателя постоянно пересматривать и находить наиболее актуальные технологии обучения, применять методические инновации. Интерактивная работа подразумевает участие каждого обучающегося в учебном процессе при взаимодействии, обмене информацией и решении совместных задач, а цифровые сервисы позволяют организовать интерактивную работу с обучающимися (например, MSForms, GoogleForms, Quizizz, Kahoot, Mentimeter и др.) [1].

При использовании инструмента Mentimeter можно обеспечить мгновенную обратную связь от аудитории, сделать интерактивные презентации с облаками тегов, вопросами, живыми голосованиями и квизами, получить анонимную обратную связь, оценить общий уровень понимания темы обучающимися, собрать вопросы от аудитории, провести викторину.

Mentimeter удобно использовать для опроса обучающихся в режиме реального времени в аудитории, поскольку он доступен и на мобильных устройствах и в электронной среде. Сервис позволяет быстро и просто сгенерировать опрос, QR-код со ссылкой на быстрый опрос, динамическую диаграмму предпочтений, экспортировать результаты опроса в Excel.

Данное решение можно использовать не только при проведении занятий в аудитории, но и при организации дистанционного обучения. Кроме того, инструмент Mentimeter можно

встроить в дистанционный курс Moodle и проводить вебинары в интерактивном режиме, в этом случае система дистанционного обучения Moodle используется как площадка для вебинара, а преподаватель дистанционно руководит работой обучающихся.

Для работы с программой необходима регистрация на сайте <https://www.mentimeter.com> [2].

Проводить опрос можно как в синхронном режиме (в аудитории, «здесь и сейчас»), так и в асинхронном – в любое время в пределах заданного интервала опроса.

Настройки программы позволяют: задать режим участия в опросе – обучающийся может отвечать только на текущий вопрос или на все, изменить дизайн представления результатов, установить временные рамки проведения опроса, очистить результаты и провести опрос повторно, сгенерировать QR-код для быстрого доступа к опросу, с помощью специального плагина встраивать опрос в презентацию MS PowerPoint.

Следует понимать, что цифровые сервисы – это современный и мощный инструмент, но свою эффективность он может показать только в руках опытного преподавателя, отлично разбирающегося в современных технологиях. Методика применения цифровых сервисов постоянно совершенствуется, способствует развитию цифровых компетенций педагога и качественному усвоению учебного материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гураков, А. В. Технологии электронного обучения: учебное пособие. / А. В. Гураков [и др.]. – Томск : ТУСУР. 2016. – 68 с.
2. Онлайн-сервис создания интерактивной презентации «Mentimeter» : [сайт]. – Режим доступа : <https://www.mentimeter.com>. – Дата доступа : 17.10.2021.

УДК 37.011

## **ЭТИЧЕСКИЕ НОРМЫ ПЕДАГОГА В КОНТЕКСТЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ МИРА**

*Волохонович А. П.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук,  
доцент Гончарова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

XXI век часто характеризуется как самый прогрессивный век в развитии человечества. Новая реальность, связанная с быстрым развитием науки и технологий, на какие-то вопросы легко дает ответы, но при этом создает целый ряд новых проблем. Современный мир характеризуется как мир VUCA [1].

VUCA – это аббревиатура из английских слов volatility (нестабильность), uncertainty (неопределенность), complexity (сложность) и ambiguity (неоднозначность). Мир VUCA – это мир четвертой промышленной революции, и чтобы выжить в этом мире, нужно быть быстрым, динамичным, способным постоянно меняться. По мнению некоторых исследователей, мир VUCA – это мир, в котором задачи прогнозирования трудно реализуемы, и это следует принять как аксиому [2].

Очевидно, что в таких условиях требования к обучению молодого поколения не могут не измениться. Современная образовательная система требует от педагога обновления, в том числе и в области этических норм.

С. И. Ожегов определяет этику как совокупность норм поведения применительно к какой-либо общественной группе. Педагогическая этика, являясь значимой частью профессиональной деятельности, в каких-то позициях остается неизменной (например, вежливость, справедливость, опрятность и т. д.), но в некоторых вопросах требует пересмотра прежних установок. Исследователи отмечают, что педагогическая этика – это совокупность норм, форм и правил поведения педагога, обеспечи-

вающая нравственный характер педагогической деятельности и коммуникаций в контексте образовательного процесса [3].

Составляющие педагогической этики: профессиональная квалификация; педагогическая культура; нравственная культура; педагогический такт; профессиональный такт; педагогическая справедливость; профессиональная честь педагога.

Специфика этики педагога проявляется в том, что педагог является проводником учащегося в самостоятельный мир, транслятором мыслей и чувств, привычек и мировоззрения. От этической позиции педагога во многом зависит совокупность ценностных установок воспитанника, его целевых устремлений.

Разумеется, в воспитании обучающегося первостепенное значение имеют семья и ближайшее окружение, однако педагог является профессионалом и в состоянии многое изменить в жизненной траектории подопечного. Современные социально-экономические условия призывают преподавателя развивать в воспитанниках толерантность и самодостаточность, которые позволят им оптимально интегрироваться в изменчивый мир. Педагогическая этика является одним из важнейших ключей для адаптации обучающегося к настоящим и будущим реалиям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сизова, Ю. С. Современный преподаватель в VUCA мире – преимущества и сложности / Ю. С. Сизова // *Journal of Economy and Business*, 2019 – vol. 8. – С. 145–150.
2. Мицкевич, А. Н. Личность в мире неопределенности: методология культурно-исторического познания Л. С. Выготского / А. Н. Мицкевич // *Проблемы современного образования*, 2018. – № 2. – С. 48–55.
3. Дудина, М. Н. Этическая педагогика: проблемы компетентности учителя / М. Н. Дудина // *Педагогическое образование*, 2008. – № 2. – С. 4–11.

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА АДАПТАЦИЮ СТУДЕНТОВ**

*Бруй А. И., Ходор А. Э.*

*Научный руководитель: д. т. н., профессор Иващенко С. А.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье рассматриваются три блока факторов, влияющих на адаптацию студентов: социологический, психологический и педагогический.

Можно выделить три блока факторов, которые оказывают наиболее важное воздействие на адаптацию к обучению в учреждениях высшего образования: социальный, психологический и педагогический.

К социальным факторам относятся: возраст студента; его социальное происхождение; тип образовательного учреждения, которое он уже закончил.

Психологический блок состоит из: индивидуально-психологических факторов; социально-психологические факторов, таких как интеллект, направленность, личностный адаптационный потенциал, положение в группе.

Педагогический блок включает педагогическое мастерство преподавателей, организацию образовательной среды, материально-техническую базу и др.

Период адаптации зависит от времени и определенных параметров, которые ускоряют или замедляют этот процесс.

Очевидно, что чем быстрее вчерашний школьник адаптируется к новым условиям, тем более вероятна его успешная учеба и, как следствие, получение качественного образования.

Параметры, влияющие на адаптацию, могут быть объективными (их можно измерить) и субъективными (характеризуют личностные особенности человека).

К объективным параметрам можно отнести возраст студента, вид учебного заведения, где школьник получал общее среднее образование, пол, материальное и социальное положение семьи и т. п.

К субъективным параметрам относятся темперамент, характер самооценки личности, трудолюбие и т. п.

Кроме этого, на процесс адаптации влияют внешние факторы. Рассмотрим основные внешние факторы, влияющие на адаптацию студента: психологические – недостаточное внимание и поддержка со стороны родителей, стрессовые ситуации (новое место жительства); социальные – новый круг общения, изменение характера общения; учебные – новые формы организации образовательного процесса, новые требования к учебному процессу, отсутствие постоянного контроля за учебной деятельностью; языковые – новая терминология, необходимость вести конспект и постоянно формулировать услышанное или прочитанное; климатические – особенно для студентов, прибывших на учебу из другой страны; эстетические – учреждение высшего образования – это храм науки, определяющий требования к поведению, внешнему виду и т. п.

Кроме вышеперечисленных факторов, влияющих на адаптацию к образовательному процессу в учреждении высшего образования, следует учитывать особенности организации образовательного процесса – лекции, практические и лабораторные работы, курсовые работы и проекты.

Таким образом, адаптация студента зависит от целого ряда параметров и факторов, которые необходимо учитывать при организации образовательного процесса.

УДК 378.091.31

## ЛОГИЧЕСКОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ДИСЦИПЛИНЫ

*Бруй А. И., Ходор А. Э.*

*Научный руководитель: к.п.н., доцент Дирвук Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Учебная программа дисциплины представляет собой нормативный учебно-программный документ, в котором отражаются ее цели, задачи, структура, содержание, применяемые образовательные технологии, оценочные средства, используемое учебно-методическое и материально-техническое обеспечение.

Под логической структурой понимают систему внутренних связей между понятиями и суждениями, входящими в данный отрезок учебного материала.

При разработке учебной программы опираться только на одни лишь понятия, входящие в содержание отдельных тем, невозможно. Поэтому необходимо построение структурно-логической схемы (СЛС), в которой связи учебного материала всей дисциплины были бы отражены в наглядной знаково-символической форме.

Различают *локальные* и *глобальные* СЛС. Первые используются при построении СЛС отдельной темы или учебного занятия, а вторые при построении СЛС учебной дисциплины в целом или при проведении междисциплинарного исследования.

При построении глобальной СЛС для разработки учебной программы первоначально необходимо выделить *прямые* и *косвенные*, *новые* и *ранее изученные*, *основные (опорные)* и *вспомогательные понятия*. Здесь важно учитывать один из важнейших факторов – место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста и ее связь с другими учебными дисциплинами.

После этого необходимо установить внутродисциплинарные связи между отдельными темами структурируемой программы учебной дисциплины.

Для облегчения восприятия отдельных вертикальных и горизонтальных связей СЛС целесообразно также, наряду с традиционно используемыми стрелками, также использовать возможности цветовой гаммы. Это поможет ее разработчику определить то, на что следует сделать основной акцент. Если же материал отдельных тем был ранее изучен в других учебных дисциплинах, то его следует отметить на схеме штриховыми линиями и в расчет количественных характеристик СЛС (число формируемых понятий в теме, число ребер-связей) можно не включать.

При разработке учебных программ рекомендуется сперва построить совокупность локальных и одну глобальную СЛС. Это позволит преподавателю самому сначала вникнуть в суть учебного материала данной дисциплины и затем транслировать данное понимание своим обучающимся, сводя возможность дублирования одного и того же учебного материала к минимуму.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дирвук Е. П., Плевко А. А., Лаврукевич Е. В. Методика преподавания общетехнических и специальных дисциплин: учебно-методическое пособие по одноименной учебной дисциплине для студентов специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение» / Е. П. Дирвук, А. А. Плевко, Е. В. Лаврукевич. – Минск: БНТУ, 2018. – 55 с.

УДК 378.16

## **ИНТЕРАКТИВНАЯ ДОСКА КАК СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ**

*Бекасов Д. В., Данилов П. В.*

*Научный руководитель: к. п. н., доцент Дирвук Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Непременным атрибутом любой аудитории учреждения профессионального образования традиционно остается меловая доска, на которой преподаватели пишут и рисуют мелом. В современный век высоких технологий они стали активно вытесняться интерактивными досками.

*Интерактивная доска* – это большой интерактивный экран в виде белой магнитно-маркерной доски, подключенной к мультимедиа проектору и компьютеру. Демонстрируемое изображение проецируется на нее как на экран, с которым можно работать прямо на поверхности доски (рисунок 1).

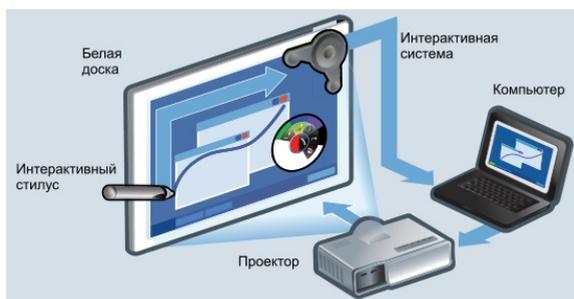


Рисунок 1 – Принципиальная схема интерактивной доски

Учебный процесс с использованием интерактивных досок мало чем отличается от классических методов преподавания. Основы успешного проведения учебных занятий одни и те же, независимо от используемых педагогических технологий и технических средств обучения. Прежде всего, любое заня-

тие должно иметь четкий план и структуру, достигать определенных целей и результатов.

Преимущества интерактивных досок для преподавателей:

- возможность эффективной работы в больших аудиториях;

- возможность делать записи и рисовать поверх или возле изображений;

- возможность демонстрации аудиовизуальных средств обучения;

- возможность сохранения на электронных носителях и распечатки изображений и любых записей, зафиксированных на доске во время занятия, не затрачивая при этом много времени и сил;

- возможность обмена учебными материалами с обучающимися или со своими коллегами-преподавателями;

- возможность многократного использования учебного материала.

Возможности интерактивных досок для учащихся:

- повышение мотивации обучения, делая учебные занятия более интересными, наглядными и занимательными;

- более ясная, доступная и динамичная подача учебного материала;

- возможность сохранения учебного материала в электронном виде;

- возможности для участия в коллективном обсуждении с обучающимися проблемных ситуаций, развитие у них коммуникативных навыков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Интерактивная доска [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерактивная\\_доска](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерактивная_доска) (дата обращения: 19.10.2021).

УДК 378.146

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

*Водопьянов И. И.*

*Научный руководитель: к. т. н. Евтухова Т. Е.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Один из главных этапов в образовании – это контроль знаний, который нужен для того, чтобы проверить качество усвоения знаний учащимися.

Сейчас появились специальные компьютерные программы для организации контроля знаний, которые заметно облегчают работу преподавателя.

Таких программ достаточно много, поэтому важно выбрать наиболее подходящие и выработать критерии для оценки программного обеспечения для контроля знаний. Для анализа были выбраны самые релевантные автоматизированные системы тестирования, которые широко используются на данный момент. Сюда вошли такие продукты как PikaTest, UniTest, Indigo. После установки и апробации можно сделать определенные выводы.

PikaTest работает без интернета. Программа позволяет разработать полноценный тест, вопросы которых могут быть дополнены изображениями, видео- аудио- файлами, таблицами. Трудностей при работе не возникало. Неудобное расположение кнопок и дизайн в целом. Сильно ограниченный функционал и отсутствие защиты данных, оставляют неоднозначные впечатления.

Программа UniTest, в отличие от PikaTest состоит из двух модулей, один из них для преподавателя, второй для студента. Интерфейс лучше, функционал шире чем у прошлой программы, все инструменты имеют свою иконку и расположение, немного напоминающее Microsoft Office. Тесты можно

сохранять и сортировать. Отсутствует поддержка новых операционных систем Windows. Профиль студента задается вручную преподавателем. По итогу, программа на уровень выше, чем Pika Test.

Система тестирования INDIGO – это профессиональный инструмент автоматизации процесса тестирования и обработки результатов, который предназначен для решения широкого спектра задач [1]. Сразу заметен удобный интерфейс – это точная копия Microsoft Word. Несмотря на кажущуюся сложность программы, создание тестов не вызывает трудностей. Присутствует качественная обработка результатов: различные таблицы с настройками, разделение по цветам, по ответам и это все автоматически. Для прохождения тестов, достаточно иметь любой браузер, никаких дополнительных программ. Однако за все эти возможности, к сожалению, придется заплатить. Программа распространяется платно. Но для ВУЗов предоставляется скидка.

По итогам анализа и апробации выбранного программного обеспечения, однозначно можно сказать, что программа Indigo лидирует, как по функционалу, так и по удобству использования. Эта программа подойдет лучше всего, для внедрения в образовательный процесс, даже несмотря на то, что за использование нужно заплатить определенную цену.

## ЛИТЕРАТУРА

1. INDIGO – Программа для создания тестов и онлайн тестирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://indigotech.ru/>. – Дата доступа: 21.10.2021.

УДК 37.091.3

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ  
МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ  
ФОРМИРОВАНИЯ КОНФЛИКТОЛОГИЧЕСКОЙ  
КОМПЕТЕНТНОСТИ У СТУДЕНТОВ**

*Гаврилова О. А.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, доцент Якубель Г. И.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Для формирования конфликтологической компетентности будущего педагога недостаточно лишь сообщить студентам теоретические знания о природе конфликта, способах его разрешения и поведении сторон в конфликте. Для приобретения умения управлять педагогическим конфликтом студенту на практике необходимо погрузиться в процесс решения разнообразных конфликтных ситуаций. Здесь особую роль играют имитационные методы обучения, то есть методы, связанные, по определению Е. П. Дирвука, с имитацией профессиональной деятельности в реальных или искусственно созданных, в том числе виртуальных условиях учебных или учебно-производственных мастерских, лабораторий, сельскохозяйственных полигонов или автодромов учреждений профессионального образования [1].

По признаку наличия/отсутствия в выполняемых студентами заданиях и упражнениях, помимо обычных дидактических задач еще и игровой задачи, имитационные методы обучения делятся на игровые и неигровые. К неигровым относятся: анализ конкретных ситуаций (case-study), имитационные упражнения, тренинг. К игровым методам относятся ролевые и деловые игры, игровое проектирование [2, с. 229].

В нашем исследовании с целью формирования конфликтологической компетентности у студентов специальности «Профессиональное обучение (по направлениям)» использовалось

сочетание всех указанных методов, однако основу методики работы составили анализ конкретных ситуаций и деловая игра.

Анализ практических ситуаций – метод обучения навыкам принятия решений; его целью является формирования у студентов умения анализировать информацию, выявлять ключевые противоречия, генерировать пути решения конфликтных ситуаций и оценивать их. В структурированных кейсах задача дается в виде короткого лаконичного изложения конфликтной ситуации с указанием всех необходимых данных (объективная информация об участниках педагогического конфликта и обстоятельствах, в которых он произошел и его последствиях).

Деловые игры служат, прежде всего, для повышения уровня поведенческого компонента конфликтологической компетентности. С целью выработки умений разрешать педагогический конфликт либо осуществлять его профилактику преподаватель педагогических дисциплин может предложить студентам такие деловые игры, как «Конфликт из-за отметки», «Педагогический совет», «Родительское собрание». Данный метод поможет будущим педагогам (в том числе педагогам-инженерам) лучше узнать свои коммуникативные особенности, научиться чувствовать состояние других участников образовательного процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дирвук, Е. П. Классификация неинтерактивных имитационных методов производственного обучения учащихся учреждений профессионального образования / Е. П. Дирвук // Теория и методика профессионального образования: сб. науч. ст.; редкол. А. Х. Шкляр [и др.]: в 2 ч. – Вып. 5. – Минск: РИПО, 2018. – Ч. 1. – С. 133–142.

2. Слостенин, В. А. Педагогика: учебник / В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Изд. центр «Академия», 2016. – 544 с.

УДК 378.162.15

## **ПРОФИОРИЕНТАЦИОННАЯ РАБОТА В УСЛОВИЯХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА БНТУ**

*Гапанович Д. С.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, Дирвук Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Своевременный и осознанный выбор своей профессии является лично значимой и важной проблемой каждого молодого человека. Она во многом определяет образ жизни будущего специалиста, уровень сформированности у него профессиональных компетенций, его социальное положение в обществе, возможности для непрерывного профессионального развития.

В условиях современного научно-образовательного кластера – учебно-производственно-инновационного центра БНТУ, включающего в свой состав: филиал БНТУ опытный завод «Политехник»; научно-технологический парк БНТУ «Политехник»; филиал БНТУ «Научно-исследовательский политехнический институт» и его структурные подразделения; две выпускающие кафедры инженерно-педагогического факультета («Профессиональное обучение и педагогика» и «Вакуумная и компрессорная техника») применяются различные формы профориентационной работы: *профессиональное просвещение; профессиональная диагностика; профессиональная консультация; трудовое и профессиональное воспитание; профессиональный отбор; профессиональная и социальная адаптация; психологическая поддержка* [1].

Ключевыми из них являются трудовое и профессиональное воспитание и профессиональная и социальная адаптация. Первая, включает ряд мер по формированию склонностей и профессиональных интересов молодежи, воспитание профессиональных интересов, уважения к труду и к рабочим профессиям. Вторая, направлена на приспособление молодого человека к производству, новому социальному окружению и новым условиям профессиональной жизнедеятельности [2].

Включение потенциальных абитуриентов в моделируемую инженерно-педагогическую деятельность способствует осуществлению более осознанного их профессионального самоопределения на основе сопоставления собственных представлений о самих себе и требований, которые предъявляют к ним та или иная специальность университета.

Профориентационная работа в условиях научно-образовательного кластера обладает значительными преимуществами:

– объединение обучающего, воспитательного, кадрового, научного и промышленного потенциалов, которые содействуют актуализации процесса профессионального самоопределения личности обучающегося;

– преемственность между общим средним, профессионально-техническим и высшим образованием повышает уровень мотивации личности будущего специалиста в выстраивании своей индивидуальной образовательной траектории.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гапанович, Д. С. Производственное обучение будущего педагога-инженера по рабочим квалификациям в условиях научно-образовательного кластера / Д. С. Гапанович, Е. П. Дирвук // Профессиональное образование: вызовы времени и перспективы развития: материалы Международной научно-технической конференции (18 февраля 2020 года, г. Гатчина) / под науч. ред. д. п. н., проф. С. В. Тарасова. – Гатчина: Изд-во ГНЭФПТ, 2020. – С. 73–78.

2. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства образования Республики Беларусь 31 марта 2014 г. № 15/27/23 «Об утверждении концепции развития профессиональной ориентации молодежи в Республике Беларусь».

УДК 62:378(075.8)

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭУМК ПО УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДИКА  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ»**

*Кавцевич М. Г.*

*Научный руководитель: к. п. н, доцент Дирвук Е. П.  
ГУО «МПЭК», г. Могилев, Республика Беларусь*

В настоящее время одним из приоритетов государственной политики в образовании Республики Беларусь является эффективное использование информационных технологий. Важнейшим направлением Концепции информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2030 года является разработка электронных средств обучения. В свою очередь, важной составляющей организации образовательного процесса является повышение уровня профессиональных компетенций педагогов-инженеров, осуществляющих свои профессиональные функции и компетенции в должности мастера производственного обучения УПТО. Как показали результаты исследования, переход на более высокий качественный уровень преподавания возможен на основе эффективного применения электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК).

До настоящего времени в высших учебных заведениях отсутствует единая скоординированная для этих целей стратегия, вопросы использования ЭУМК пока еще плохо связаны с содержанием учебных планов и программ, недостаточно изучены и проработаны дидактические аспекты создания и внедрения в образовательный процесс современных ЭУМК.

Общей методологической базой проектирования электронного учебно-методического комплекса явился системный подход, обоснованный в работах И. В. Блауберга, В. Н. Подковыровой, И. Б. Стрелковой, и развитый в применении к системе образования в работах В. П. Беспалько, Л. Х. Зайнутдиновой,

Г. В. Г. К. Селевко, В. В. Серикова, Ю. Г. Татура, И. С. Якиманской и комплексный подход, рассмотренный в работах В. П. Океанова, О. В. Зацепина и других. Теоретическую основу исследования составляют: концепция внедрения и разработки ЭУМК в образовательный процесс (В. Н. Агеев, В. П. Беспалько, В. А. Вуль, Е. Л. Жукова, Э. М. Кравченя, П. И. Образцов, Б. В. Пальчевский, О. Б. Тыщенко и другие).

Методика диссертационного исследования по теме «Проектирование ЭУМК по учебной дисциплине «Методика производственного обучения» включает в себя следующие этапы:

1. *анализ научной литературы и нормативной документации* – уточнение сущности понятия «Электронный учебно-методический комплекс», его структуры и содержания, подходов к проектированию и разработке ЭУМК;

2. *теоретическое моделирование* – содержательные и функциональные характеристики проектируемого ЭУМК;

3. *концептуализация* – выявление подходов и принципов данного исследования;

4. *педагогическое проектирование* – разработка структуры и компонентов ЭУМК по учебной дисциплине «Методика производственного обучения» специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение»;

5. *констатирующий эксперимент* – обосновывает необходимость разработки и внедрения ЭУМК по учебной дисциплине «Методика производственного обучения»;

6. *формирующий эксперимент* – выявление и экспериментальное подтверждение дидактических условий проектирования и применения в условиях ИПФ БНТУ ЭУМК по учебной дисциплине «Методика производственного обучения»;

7. *интерпретация и обобщение полученных данных* – обработка результатов эксперимента, формулирование выводов.

Таким образом, данная научно-исследовательская работа позволит развить направление научных знаний в области разработки и внедрения ЭУМК в образовательный процесс учреждений высшего образования.

УДК 621.762.4

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ**

*Конопацкая Т. В.*

*Научный руководитель: к. т. н.,*

*старший преподаватель Евтухова Т. Е.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Для осуществления образовательного процесса определяющее значение имеют педагогические условия. Грамотно выбранные и планомерно реализованные педагогические условия позволяют педагогу достичь высоких результатов в практической деятельности, осуществляемой с обучающимися на различных ступенях образования.

Особенностью педагогической системы является ее способность к адаптации во внешней среде, что обусловлено процессами самоорганизации. Структура педагогической организации обусловлена некоторыми факторами, к которым целесообразно отнести: деятельность обучающихся, направленную на достижение индивидуальных и педагогических целей; субъектов педагогического взаимодействия в учебно-воспитательном процессе; педагогическую организацию.

Создание условий для достижения целей является важным элементом управления, которое понимается «не как командование и властвование, а как обслуживание и обеспечение своего объекта, как сложный и очень ответственный сервис» в педагогической организации. Они способствуют качественно-

му уровню организации процесса преподавания и представления учебно-научной информации преподавателем.

Группировка условий может быть произведена на основе выделения трех уровней управления педагогической организацией:

– институционального (субъектом управления является руководитель и обеспечивает организационные условия для взаимодействия педагогической организации с социумом, ее адаптацию к изменениям, несет ответственность за сохранение ее целостности);

– управленческого (субъект управления – руководитель обеспечивает организационно-педагогические условия для реализации профессиональной деятельности педагогов и деятельности обучаемых, направленных на достижение педагогических целей);

– технического (субъектом управления является педагог обеспечивает педагогические условия для реализации целесобразной деятельности обучающихся).

Таким образом, педагогические условия – это комплекс специально аргументированных и организованных обстоятельств и направлений педагогической деятельности, которые в совокупности определяют достижение эффективности результата процесса обучения на различных его этапах и в целом.

Благодаря правильно подобранным организационно-педагогическим условиям, возможно организовать учебный процесс подготовки будущих специалистов на качественно новом уровне, максимально обеспечив подготовку компетентных и самостоятельных специалистов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ипполитова, Н. Анализ понятия «педагогические условия»: сущность, классификация / Н. Ипполитова, Н. Стерхова // *General and Professional Education*. – 2012. – № 1. – Р. 8–14.

2. Панькова, А. Г. Организационно-педагогические условия освоения студентами профессионально-образовательной среды факультета Текст.: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. пед. наук / А. Г. Панькова Ом. гос. пед. ун-т. – Омск, 2000.

УДК 378.6

## **РАЗВИТИЕ ПОДРОСТКОВ В КОЛЛЕКТИВЕ**

*Ким А. А.*

*Научный руководитель: Каминская Т. С.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Коллектив – это объединение людей, связанных единой целью, стремлением к общему успеху, с высоким уровнем организации и сплоченности. Но бывает и такое, что люди, стремящиеся к одной и той же цели, достигают ее разными способами. В результате людям каждый день приходится сталкиваться с различными мнениями, позициями и с критикой, с которой они могут быть не согласны. Возникает вопрос, как же гармонично существовать с индивидами в группе и может ли группа, в таком случае, оказывать воспитывающее воздействие на личность? Труднее в этом плане подросткам, которые только начинают понимать, что такое взрослая жизнь, стараясь подражать взрослым, показывая своими поступками, что они лучше своих сверстников. Начинается период соперничества. На этом этапе взросления подростки разделяются на «лагеря». Одни находят единомышленников или людей, понимающих и одобряющих их поступки, и с этими людьми пытаются бороться с общими преградами. Другие же предпочитают одинолично проходить все ступени взросления. Со стороны кажется, что такие подростки изолированы от группы, обычно они не очень общительны, но на самом деле им проще находить решения, полагаясь только на свои силы.

В подростковом периоде все действия и решения подкреплены эмоциональной частью. Подростки чувствительны, пытаясь что-то кому-то доказать, ждут признания и одобрения. Они не готовы к разочарованиям, но им приходится сталкиваться с критикой и отказами, будь то неразделенная любовь или неверно выполненное домашнее задание. Это влияет на их становление и понимание того, как им сосуществовать с другими. Актуален вопрос, как помочь подросткам адаптироваться в коллективе, чтобы они научились слышать и слушать других, понимать себя и близких, были готовы к новым преградам на этапе взросления.

А. С. Макаренко выделял три этапа развития в коллективе:

1 стадия: требования от педагога к коллективу. На этом этапе велика роль педагога, который стремится организационно оформить группу. На этом этапе важно четко определить нормы поведения в коллективе, научить соблюдать правила, установленные в учебных заведениях, стремясь при этом прибегать к тактичному и доброжелательному изложению требований, избегать назидательности.

2 стадия: требования руководителя поддерживает группа учащихся (неформальный актив). Педагог постепенно передает организаторские функции органам самоуправления. Коллектив выступает как целостная система, учащиеся приобщаются к активной деятельности. Задачи этого этапа – наладить взаимоотношения в группе и преодолеть пассивность отдельных учащихся.

3 стадия: требования к личности начинает предъявлять коллектив, формируется здоровое общественное мнение, отношения между педагогом и учащимися приобретают характер сотрудничества [1].

Изучение динамики развития коллектива необходимо педагогу для организации эффективного воспитательного воздействия, для преобразования коллектива учащихся в субъект воспитательного воздействия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Подласый, И. П. Педагогика: 100 вопросов – 100 ответов / И. П. Подласый. – Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС 2004. – 368 с.

УДК 378.6

### **КОММУНИКАТИВНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ КАК ПРЕДПОСЫЛКА ЭФФЕКТИВНОЙ КУРАТОРСКОЙ РАБОТЫ**

*Ковалевич А. М.*

*Научный руководитель: Каминская Т. С.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Будущие педагоги-инженеры в процессе профессиональной деятельностью столкнутся с необходимостью осуществлять кураторскую деятельность в учреждениях образования. Кураторство выполняет следующие функции: информативную, организационную, коммуникативную, контролирующую и творческую. Куратор должен находиться в постоянном диалоге с учебной группой и с каждым обучающимся в отдельности, ему необходимо не просто знать о жизненных трудностях учащихся, но и быть готовым отреагировать на любую жизненную ситуацию. Многим учащимся трудно рационально организовать процесс своего самообразования и самовоспитания. В связи с этим задача куратора – помочь каждому осознать важность и необходимость самостоятельной регуляции своего поведения, научиться эффективно использовать время, уметь пользоваться новой степенью свободы.

Наиболее полное определение термина «куратор студенческой группы», по нашему мнению, предлагает Л. М. Василье-

ва: «человек, осуществляющий воспитательную деятельность в вузе, являющийся духовным посредником между обществом, профессией и студентом в освоении общей и профессиональной культуры, организующий систему ценностных отношений через разнообразные виды деятельности студенческого коллектива, создающий условия развития каждой личности, защищающий интересы студентов» [1]. Успешность профессиональной деятельности куратора зависит от уровня развития коммуникативных и организаторских способностей и от сформированных на этой основе умений устанавливать взаимоотношения со студентами и организовывать их для поставленных задач.

С целью изучения уровня развития данных качеств нами было проведено исследование среди студентов 2-го и 3-го курса ИПФ БНТУ. Выборка составили 30 человек (15 студентов 2 курса и 15 студентов 3 курса). Для исследования использовался «Тест коммуникативных и организаторских склонностей» В. В. Синявского, В. А. Федорошина (КОС). Результаты эмпирического исследования показали, что уровень организаторских способностей большинства студентов 2-го курса ниже среднего (66 % от выборки), при этом коммуникативные способности развиты у них на уровне низком и ниже среднего (66 %), что свидетельствует о необходимости проводить больше тренингов на общение, учиться культуре общения. Так же результаты диагностики показывают, что у студентов 3-го курса в большинстве случаев наблюдается более высокий уровень коммуникативных (60 %) и организаторских (53 %) склонностей, что может говорить о том, что они активнее и имеют больший опыт коммуникативной деятельности.

Кураторство является эффективной системой взаимоотношений между студентами и преподавателями, это механизм сотрудничества между обучающимся и «машиной образования». Коммуникативные и организаторские склонности необходимо совершенствовать для успешной профессиональной деятельно-

сти куратора в будущем. Ведь именно в начале обучения происходит закладка фундамента для пирамиды образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева, Л. М. Педагогические условия повышения квалификации кураторов студенческой группы в колледже: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.08 / Л. М. Васильева. – Ставрополь, 2004. – 23с.

УДК 377.131.11

### **ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ SOFT SKILLS БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА**

*Кравцов А. К.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук,  
доцент Гончарова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Soft skills – это надпредметные индивидуальные навыки человека, которые закладываются в детстве и развиваются по мере взросления и обучения. Выделим некоторые способы развития soft skills у будущего специалиста:

- постоянно интересоваться чем-то новым, искать полезную информацию в интернете, знакомиться и общаться с профессионалами в определенном деле. Другими словами, превратить собственное развитие и обучение в учреждении образования в непрерывный процесс;
- учиться планировать деятельность и, соответственно, упорядочивать свое развитие более эффективно;
- нежелательно развиваться только по какому-то определенному пути или способу. Нужно научиться это делать комплексно, совмещая различные форматы развития;

– учиться использовать критику в свой адрес, а также просто реакцию других людей на ваши поступки;

– развивать свои профессиональные навыки в рабочее время, т. е. постоянно заниматься каким-то новыми проектами, брать на себя новые задачи и искать различные пути их решения;

– искать для общения таких людей, у которых можно чему-то поучиться, перенять жизненный опыт и навыки профессиональной деятельности;

– превратить в привычку ежедневное чтение литературы, полезной для профессиональной деятельности и индивидуального развития;

– посещать тренинги, курсы, мастер-классы (предварительно убедившись в их качестве);

– не следует браться за развитие всех навыков сразу. Стоит развивать их постепенно, т. е. выбирать те навыки, которые помогут в профессиональной деятельности добиться определенного успеха.

Для любого человека важно заниматься саморазвитием. Следующие действия могут помочь ускорить и оптимизировать этот процесс:

– отказаться от выполнения действий, которые ведут к неудаче или «провалу»;

– читая литературу по теме, которая интересна, следует выписывать мысли, напрямую относящиеся к специфике профессиональной деятельности, и в дальнейшем следует вносить в свое развитие правки согласно этим заметкам;

– полезно анализировать события, происходящие в вашей жизни, в вашей профессиональной деятельности; желательно это делать, письменно выделяя полезные для вашего развития события;

– использовать новые идеи, о которых вы прочитали в интернете, узнали на курсах или при общении с профессионалами в нерабочих ситуациях для того, чтобы потренироваться;

– постоянно развивать навык быстрого чтения. Данный навык эффективен в дальнейшем при изучении необходимой литературы для саморазвития.

Подводя итоги всему вышесказанному, хотелось бы отметить наиболее важные мысли по поводу развития soft skills: желательно найти себе коуча; читать литературу, полезную для профессионального и индивидуального саморазвития; ни в коем случае не стоять на месте, постоянно заниматься чем-то новым, формулировать для себя актуальные задачи, участвовать в интересных проектах; научиться посвящать свободное время не развлекательной деятельности, а своему самосовершенствованию.

УДК 37.032

## **SOFT SKILLS И УСПЕШНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Кравцов А. К.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук,  
доцент Гончарова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

XXI век – век информационных технологий и широкого распространения электронных устройств. В педагогике советского периода главной целью преподавателя была передача знаний учащимся. В современных условиях цифровизации и стремительного устаревания знаний задача педагога профессиональной школы смещается в сторону развития индивидуальных навыков обучающегося, что в будущей деятельности позволит специалисту самостоятельно находить новый материал, работать с ним и внедрять в практику.

Soft skills или «гибкие навыки» – это такие социально-психологические качества человека, которые помогают ре-

шать профессиональные и жизненные задачи. Эти навыки могут быть связаны с должностью, которую занимает человек; они влияют на продуктивность таких качеств сотрудника, как креативность, умение работать в команде, чувство юмора и т. д.

Вне зависимости от того, в каком учреждении образования преподает педагог, он должен обладать хотя бы несколькими «гибкими навыками». Для того, чтобы быть успешным и уважаемым преподавателем, нужно уметь ладить с коллегами, а также с учащимися, обладать авторитетом среди них.

«Гибкие навыки» закладываются в человеке с детства и развиваются в течение всей его жизни. Именно по этой причине работодатели особенно ценят людей, у которых «гибкие навыки» хорошо развиты. Soft skills связаны с эмоциональным интеллектом. Они полезны в абсолютно любых сферах, не только в преподавательской деятельности.

Людям, которые занимаются педагогической деятельностью, нужно уделять особое внимание развитию своих soft skills, потому что именно они будут формировать «гибкие навыки» у обучающихся. В связи с тем, что профессия преподавателя подразумевает постоянное взаимодействие с другими людьми, можно выделить наиболее значимые навыки – это умение выстраивать взаимоотношения со всеми участниками образовательного процесса, проявлять лидерские качества, владеть навыками самопрезентации и саморазвития.

Большинство исследователей рассматривают профессиональную устойчивость преподавателя как ключевой компонент профессиональной культуры педагога. Под профессиональной устойчивостью понимается способность преподавателя регулировать и держать под контролем свое эмоциональное состояние, развивать сферу саморегуляции, которая поможет оптимально действовать в экстремальных ситуациях, возникающих в ходе его профессиональной деятельности.

В литературе выделяется такой навык как аргументация, т. е. способность грамотно формулировать свое мнение, критически мыслить, взвешивать все положительные и отрицательные стороны проблемы. Креативность также важна для педагога, ведь от того, как преподаватель будет подходить к проведению занятий, зависит заинтересованность учащихся в его дисциплине. Каждый преподаватель на своем занятии является лидером, поэтому лидерские навыки полезны для педагогической деятельности. Они помогают видеть конечную цель, постоянно самосовершенствоваться и концентрироваться на важном.

Наличие у преподавателей «гибких навыков» позволяет им постоянно предъявлять определенные требования к себе, непрерывно познавать себя и совершенствоваться. Делать это необходимо для того, чтобы в будущем с помощью «soft skills» успешно работать в роли преподавателя, повышать свой уровень конкурентоспособности, а также передавать молодому поколению социально-культурный опыт.

УДК 377.131.11

**РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ  
В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ К КОНКУРСУ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА**

*Кротикова-Приймакова Ю. С.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук,*

*доцент Гончарова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

В современной системе профессионального образования все большую актуальность и популярность набирают конкурсы профессионального мастерства по стандартам WorldSkills. Участие в конкурсах такого формата – это не только возмож-

ность продемонстрировать свои профессиональные умения и навыки, но и ощутить потребность в достижении успеха и профессиональном признании. Следовательно, при подготовке к конкурсу профессионального мастерства наряду с обучением профессиональным компетенциям имеет особое значение и профессиональная мотивация.

Мотивация представляет собой движущую силу в деятельности человека; профессиональная мотивация является мощным стимулом для достижения высоких результатов в профессиональной деятельности.

Педагогический опыт подготовки к конкурсам профессионального мастерства показывает, что только 25 % успеха зависит от оборудования и материалов, с которым работает конкурсант, а остальные 75 % – это профессиональные и индивидуальные качества обучающегося. При этом индивидуальные качества, в состав которых входит профессиональная мотивация, являются ключевыми в ходе решения задач, связанных с умениями и навыками будущего специалиста.

Исследователи классической советской педагогической психологии (Л. И. Божович, А. К. Маркова, Г. И. Щукина) выделяют в профессиональной мотивации познавательные и социальные мотивы.

Познавательные мотивы профессиональной деятельности связаны с процессом получения профессиональных знаний и умений. Обучающийся, принявший решение участвовать в конкурсе профессионального мастерства, в первую очередь осознает для себя, что это способ совершенствования знаний, отработки навыков и приобретение нового профессионального опыта. Познавательный мотив участия в конкурсе отражает его стремление к самообучению, совершенствованию навыка самостоятельного поиска и применения знаний в будущей профессиональной деятельности.

Социальные мотивы обучающегося-конкурсанта обусловлены его взаимодействием с другими людьми. Вторым стиму-

лом, а зачастую и ведущим, является потребность в самоутверждении – желании занять лидирующую позицию среди сверстников и специалистов в своей профессиональной области. Также большое значение имеет мотив ответственности и долга перед педагогом, который его подготовил, и учреждением образования, за честь которого он выступает на конкурсе профессионального мастерства. Социальный аспект профессиональной мотивации отражает не только желания обучающегося контактировать и взаимодействовать с другими людьми, но и осознавать себя частью профессионального коллектива. Анализ форм взаимоотношения и сотрудничества во время конкурса с преподавателем, членами команды, соперниками позволяет совершенствовать способности самовоспитания и саморазвития.

Профессиональная мотивация, которая возникает в процессе подготовки к конкурсу профессионального мастерства, повышает интерес к профессиональной деятельности и ее результатам, вызывает потребность в повышении профессионального мастерства, способствует стремлению обучающихся к развитию своих индивидуальных качеств.

УДК 377.131.14

## **КРЕАТИВНЫЙ ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Кротикова-Приймакова Ю. С.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук,*

*доцент Гончарова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Цифровая революция внесла изменения во все сферы и отрасли профессиональной деятельности. Компьютеризация и роботизация способствуют перераспределению труда и по-

вышению требований к компетенциям работников. В связи с этим показатель востребованности специалиста не будет ограничиваться только профессиональными знаниями, умениями и навыками.

В условиях существующих и грядущих изменений более востребованной станет креативная экономика. По мнению Джона Хокинса, отличительная особенность креативной экономики заключается в том, что ценность экономических систем в большей мере зависит от оригинальности и креативности личности, а не от традиционных ресурсов [1].

Социальные и экономические требования общества подают сигнал изменениям в учреждениях, осуществляющих подготовку специалистов, в том числе и в сфере профессионального образования. Следовательно, в таких условиях повышается роль креативного характера профессионального образования.

Современный педагогический процесс должен протекать в форме творческого взаимодействия преподавателя и обучающегося. Необходимо организовать педагогический процесс таким образом, чтобы обучающиеся приобретали навык не только решать проблему, но и обладали умением ее поиска и формулировки.

Внедрение современных информационных технологий в образовательный процесс значительно повышает интерес к самостоятельному поиску информации, приобретению новых знаний и применению их на практике. Также это способ развития познавательных навыков обучающихся и их нестандартного мышления, что позволит будущим специалистам найти свое место в жизни и адаптироваться в новых условиях.

Интеграция обучения и научного исследования – формирование у обучающихся научно-исследовательских способностей. Это опыт грамотной работы с информацией: анализ литературы, систематизация знаний, установление закономерностей, выделение и аргументация выводов. Успешная карьера строится не только на полученных профессиональных знаниях, но и

на способности анализировать ситуацию, проводить исследования и применять полученные результаты на практике.

Становится продуктивным создание условий в процессе обучения для формирования мотивации у воспитанников к дальнейшему самообразованию, профессиональному становлению и самореализации, а также формирование универсальных компетенций, востребованных в современном обществе.

Креативный характер профессионального образования – это развитие творчества в деятельности будущего специалиста. Это психолого-педагогический процесс, цель которого – не только профессиональное обучение и воспитание, но и развитие и совершенствование индивидуальных показателей обучающихся. Такая форма обучения позволит будущим специалистам развивать и совершенствовать свои способности на протяжении всей жизни и конкурировать в условиях изменяющейся экономики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хокинс, Д. Креативная экономика. Как превратить идеи в деньги / Д. Хокинс. – М. : Классика-XXI, 2011. – 256 с.

УДК 378.6

### **ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОЛЛЕКТИВА НА ПРИМЕРЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ БНТУ**

*Куземко М. М.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Крушевский Е. А.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

«Коллектив – это контактная совокупность, основанная на социалистическом принципе объединения. Коллектив объ-

единяет людей не только в общей цели, но и в общем труде, но и в общей организации этого труда... Коллектив есть социальный организм, следовательно, он обладает органами управления и координирования, уполномоченными, в первую очередь, представлять интересы, коллектива и общества» [1, с. 355]. В свою очередь, В. С. Лазарев определяет «педагогический коллектив» как «группу совместно работающих педагогов, имеющих общие образовательные цели, достижение которых является для них также личностно значимым, и реализующих структуру межличностных взаимоотношений и взаимодействий, способствующих достижению общих целей» [2, с. 25].

Согласно Словарю педагогического обихода (Лузина Л. М.) педагогический коллектив – это относительно устойчивая группа людей, объединенная профессиональными, общественно значимыми целями деятельности, имеющая органы руководства. Компилируя вышеуказанные определения, определим педагогический коллектив как управляемое либо самоуправляемое профессиональное сообщество педагогов учреждения образования, состоящую из взаимосвязанных мультифункциональных и мультиролевых подгрупп и отдельных личностей, реализующих общую педагогическую цель. Применим принципы системного подхода и охарактеризуем этапы становления педагогического коллектива образовательного учреждения.

Возникновение педагогического коллектива – начальный этап формального или неформального организационного сплочения и объединения отдельных педагогов, возможно ранее принадлежавших другим педагогическим коллективам, либо не принадлежавшим никаким из них. Таки образом, в формирующуюся структуру принимают новых членов нового педагогического коллектива. Другими словами, руководитель учреждения образования создает новый педагогический коллектив как объект своего управления. Надо понимать, что потенциал только

созданного педагогического коллектива весьма низкий – педагоги мало знакомы и не сильно уверены друг в друге, отсутствует единая цель деятельности, низкий инновационный потенциал. Такое состояние будет наблюдаться на протяжении всего организационного оформления педагогического коллектива. Примерами могут служить не только педагогические коллективы новых учреждений образования, но и образованных достаточно давно и работающих достаточно устойчиво. Все зависит от степени сплоченности и наличия общей цели. Если каждый педагог действует разобщенно, слишком самостоятельно и не оглядываясь на других членов коллектива – это как раз и свидетельствует о низком потенциале.

Далее следует второй этап – становление педагогического коллектива. При этом формируются различные группы, начинает складываться групповое самосознание, появляются первые групповые нормы деятельности. Коллектив на данном этапе все еще не способен разрабатывать новшества, способствующие развитию учреждения образования, то есть данный этап по-прежнему характеризуется низким уровнем инновационного потенциала. На данном этапе происходит освоение новых условий педагогической деятельности и адаптация известного контента и методологии к новым условиям. Другими словами, на данном этапе происходят нововведения модифицирующего толка.

Период стабильной работы (зрелость педагогического коллектива) характеризуется четким решением поставленных задач деятельности. Структура коллектива полностью сформирована, морально-психологический климат установлен. Разрабатываются принципы взаимодействия на основе учета имеющихся интересов подгрупп и отдельных педагогов, сплочения и единения педагогического коллектива в организационном и психологическом плане. На этом этапе появляется возможность улучшения и усовершенствования в деятельности учреждения образования. При обнаружении нового ка-

чества – высокой мотивированности педагогов коллектива при выполнении совместно выработанной общественно значимой цели своей деятельности – наступает четвертый этап. На данном этапе своего развития педагогический коллектив наконец-то достигает уровня своего развития, ради которого он создавался руководителем учреждения образования. На этом можно было бы и остановиться – цель ведь достигнута, прогресс (в данном случае педагогический прогресс) налицо. Однако, почему-то исходя из спиралевидного развития окружающей действительности, понятно, что дальше – «возможны варианты». Что может последовать после четвертого этапа?

Попробуем подытожить и спроектировать вышеуказанные этапы на подразделения БНТУ без указания названий самих подразделений. Как часто в таких случаях пишут «сходства носят случайный характер». Около 2 лет назад в БНТУ прошла большая реорганизация и укрупнение кафедр. В некоторых случаях эта реорганизация привела к быстрому прохождению 3 этапов и стабилизации коллектива на четвертом этапе. При этом, очевидно, позитивное развитие подтверждается перспективным ростом научной и педагогической квалификации членов педагогического коллектива. Однако есть примеры, когда развитие педагогических коллективов БНТУ после объединения привело к очевидному регрессу. Он характеризуется деградацией качественного состава коллектива.

Таким образом, четвертый этап развития педагогического коллектива может смениться следующим – назовем его пятым – регрессивным этапом. Очевидно, какие-то признаки подобного развития событий могли быть заметны и ранее.

Изучение опыта работы педагогических коллективов различных кафедр БНТУ дает нам основание констатировать, что примерно в одних и тех же условиях разные педагогические коллективы работают с разной эффективностью и достигают разных результатов. Наука связывает эти различия с уровнем развития коллектива. Несомненно, что чем более развит кол-

лектив, тем более высоких результатов он способен достигать. Поэтому нашей задачей является установление общих закономерностей, которые могут повлиять на перерождение четвертого этапа в пятый. Данные результаты предполагается получить на основе статистической обработки данных об изменении состава педагогического коллектива.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ключикова, Н. И. Педагогическое руководство становлением престижа образовательного учреждения. Автореф. дис. канд. пед. н. / Н. И. Ключикова. – СПб, 2016. – 428 с.

2. Маленкова, Л. И. Психология обучения : учеб. пособие [Электронный ресурс] / Л. И. Маленкова // Педагогическая библиотека. – Режим доступа: [http://pedlib.ru/Books/4/0160/4\\_0160-1.shtml](http://pedlib.ru/Books/4/0160/4_0160-1.shtml). – Дата доступа: 17.10.2021.

УДК 37.091.3

### **РЕФЛЕКСИВНЫЙ МОНИТОРИНГ КАК ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ**

*Лабкович Е. П.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, доцент Якубель Г. И.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Развитие индивидуальности будущего педагога опирается на личностно-ориентированную концепцию образования. Одной из образовательных технологий, реализующих данную концепцию, является рефлексивный мониторинг.

Под рефлексивным мониторингом мы понимаем образовательную технологию, заключающуюся в долговременной си-

стемной диагностике индивидуального профессионального развития обучающегося на основе самодиагностики, самоконтроля, самоанализа и самооценки формируемых компетенций, профессионально и социально значимых качеств личности.

Процедура рефлексивного мониторинга включает: обучение студента приемам рефлексивной деятельности; деятельность студента по самодиагностике личности на основе рефлексивно-диагностических заданий; самооценка показателей, характеризующих готовность к профессиональной деятельности; разработка студентом программы своего профессионально-личностного развития; самоконтроль за выполнением программы.

В качестве форм представления информации в процессе рефлексивного мониторинга выступают карты самонаблюдения, рефлексивные дневники. Так, самооценка студентами-заочниками 5 курса специальности «Профессиональное обучение (по направлениям)», прошедших педагогическую практику, уровня своих коммуникативных умений осуществлялась на основе разработанной нами рефлексивно-диагностической карты. Обобщенный результат заполнения студентами таких карт представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты самодиагностики студентами 5 курса специальности «Профессиональное обучение (по направлениям)» своих коммуникативных умений (фрагмент)

Умение	Средняя оценка	Основные затруднения, сформулированные студентами
Умение вызвать к себе симпатию и интерес обучающихся	7,65	Неопытность; трудно заинтересовать определенный круг обучающихся; плохо развит навык общения
Умение передать свое активно положительное отношение к материалу	7,65	Низкая заинтересованность и контингент обучающихся; неуверенность, боязнь выглядеть фальшиво

Проведенное исследование, охватившее 23 студента, показало, что студенты склонны завышать количественную оценку уровня своих коммуникативных способностей. Однако, давая качественную оценку, они вполне самокритично фиксируют свою неопытность и неуверенность в предметных знаниях, стеснение и боязнь выступать перед аудиторией.

Использование технологии рефлексивного мониторинга создает условия для развития рефлексивных способностей обучающихся. В этой связи, в диагностическое сопровождение профессиональной подготовки будущих педагогов-инженеров нами была включена методика «Определение уровня сформированности педагогической рефлексии» О. В. Калашниковой. В результате применения указанной методики у 34,8 % испытуемых выявлен высокий уровень педагогической рефлексии, у 47,8 % – средний уровень; 17,4 % испытуемых обладают низким уровнем рефлексии.

Полученные данные могут быть использованы в целях коррекции учебных программ и совершенствования методики обучения студентов педагогическим дисциплинам.

УДК 377.131.11

**PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE  
IMPLEMENTATION OF AN INDIVIDUAL APPROACH  
IN THE COURSE OF TRAINING A MUSICIAN TEACHER**

*Li Yingqi*

*Scientific supervisor: Candidate of Pedagogical Sciences,  
associate Professor Goncharova E. P.  
Belarusian national technical university,  
Minsk, Republic of Belarus*

Leading condition for the successful implementation of an individually differentiated approach in the special training of a music teacher is the need to implement typological differentiation of students in the learning process, depending on the level of their pre-

university training. Differentiation in this case involves the allocation of certain groups of students according to the level of training.

So, B. M. Teplov pointed out that one can go to the scientific characterization of individual differences from the study of certain properties by which individuals differ – the «analytical approach», and one can go from the grouping of individuals by types – the «synthetic approach», that both ways research is distinguished by a certain one-sidedness, but, ultimately, they have to get closer, «merge». Obviously, the expression of such a «merger» can be considered an «individual approach». At the same time, when considering the issue of typological differentiation in music teaching, it is especially significant for us that B. M. Teplov singled out the synthetic approach, i. e. «grouping individuals by types».

V. I. Mutsmakher points out the dialectical nature of the individual approach, emphasizing that it can be effectively implemented with a correct understanding of the relationship between the single and general categories. It is legitimate to say that a separate subject of cognitive activity (teaching) is a combination of the general and the individual, i. e. it has qualities common, repeated in other subjects, and qualities inherent only in it as a single entity.

In the musical pedagogical literature, consideration of the typologization of students occupies a sufficient place. In the course of studying the special literature, the following typical features were identified, according to which the authors of the studies propose to group musicians-performers:

- by the type of performance;
- by the style of technology;
- in relation to the personality towards music;
- in relation to students to the educational process;
- according to the level of development of musical and performing abilities;
- according to the individual and personal properties of musicality.

However, the grouping of students depending on the level of performing training was not singled out by the researchers as a separate

problem. It is characteristic that in some non-musical works, differentiation by the level of training also constitutes a typological feature.

The main pedagogical conditions for the optimal implementation of an individually differentiated approach in special musical training of a future music teacher in a piano class are:

- implementation of typological differentiation of students depending on the level of their pre-university training (training);
- creation in the course of training a predictive model of the student's musical and performing development;
- stimulating the motivation of skills, taking into account the results of its diagnosis;
- building the learning process based on dialogical communication between the teacher and the student, based on the use of creative teaching methods;
- the optimal combination of various forms of individual and collective-group activities of students: special courses, individual and individual-group lessons in the classroom with a teacher, various types of playing music: playing in an ensemble, sketching works, sight reading, listening, etc.

УДК 378.4.014.6

**METHODOLOGY OF VALUE-MOTIVATIONAL  
QUALITY MANAGEMENT OF EDUCATION AT THE  
UNIVERSITY (ON THE EXAMPLE OF FACULTY OF  
ENGINEERING AND EDUCATION)**

*Лу Ли*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, Романова А. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Under the new situation of globalization, students' thinking has been impacted in many ways, and changes that cannot be ignored have taken place. The motivational theory proposed by manage-

ment psychology should be fully understood and introduced by the school to the daily management of students, so that the management of higher education is more in line with the needs of modern people, especially the needs of modern college students. The fact is that after entering the university, a considerable number of students lost their fighting spirit and goals, wasted their time in the university, wasting the best time in life. Therefore, it is very necessary for college students to re-establish the goal of life struggle through value-motivation, which is conducive to the growth of college students. With the development of economy and society, value-motivation is widely exploit, and it has been applied to all kinds of fields. In general, the value-motivation is defined as it is an incentive method to guide the educated to establish correct life values through education, improve their enthusiasm for work, and make more contributions to the society. There have been papers showing that value-motivation is play an important role in daily life, it is also widely used in the management of university students. For example, *Dmytro V. Zhelanov* who lead others and wrote an article to confirm the truth of value-motivational component of a healthy lifestyle of modern university students.

The value-motivational quality management is classified to Psychology field, which attracts contemporary research scholars and practical psychologists and practical psychologists who study the development of personal qualities and the characteristics of value-motivation in groups with different levels of performance. At present, psychologists are very interested in quality management of value-motivation in the University because the performance and development of personal potential are determined by value and motivation [1]. Incentives are mainly to influence and grasp what people need, and then influence people's behaviors and activities to make them more motivated. The role of incentives in management production is mostly based on people's behavioral motivations to improve their learning or work creativity and enthusiasm.

The current relatively complete and mature value-motivational theories include the following [2]:

1. *Reinforcement theory*. Reinforcement theory believes that if a person receives a stimulus that is beneficial to him, then this behavior will increase, otherwise the corresponding behavior will decrease.

2. *Fairness theory*. The fairness theory refers to the fact that people care about the rewards and the relationship between the rewards and other acquisitions after completing the actual hard work.

3. *Expectation theory*. When people finish something, they need an expected purpose to motivate them to achieve.

Therefore, value-motivation is very necessary in university education in order to achieve the level of self-realization. For the sake of increase, the frequency of the value-motivation used in university education, the following methods can be used as a reference:

1. Fully implement motivation through the guidance of idealities and beliefs. Although idealities and beliefs are just an idea, there are countless cases in human history that can prove that idealities and beliefs play an important role in human activities. They can inspire people to break through themselves.

2. Guide through reasonable goals. Sometimes it's not that students don't want to be a better person, but that the goals they set themselves are too abstract to be implemented. Reasonable goals can guide people in school to reach them step by step.

3. Emotional communication and emotional sublimation. Strong commands are not easy to be understood by others, but resonating through emotional communication is likely for people to accept.

4. Set an example. The power of role models is infinite. A good example attracts us to continue to pursue in order to achieve the same level. Universities should implement incentives through the power of role models.

5. Appropriate rewards and punishments. Reward can bring people positive reinforcement, and punishment can bring people negative reinforcement. Positive reinforcement can encourage students to bring positive effects and make students tend to repetitive-

ly reinforce the object, while negative reinforcement is just the opposite, prohibiting the incident from happening again.

Although the above theories can bring us convenience, they also need to be changed according to the actual situation in the application. In the School of Engineering and Education, in order to make the value motivational method play its due role in real life, college administrators should consider the following aspects:

1. The combination of external incentives and internal incentives. Internal motivation is the sum of the motivation of a certain job and the motivation of completing the task, that is, the influence of interest, hobby, achievement, etc. on people's behavior. External incentives refer to incentives that are triggered by external remuneration and not directly related to the work task itself. Merely using a certain incentive method is not long enough. Combining the two methods can achieve the greatest effect.

2. Managers must implement the principle of equal emphasis on negative incentives and positive incentives. Positive motivation specifically refers to the positive motivation art of affirming, acknowledging, praising, rewarding, and trusting the object of motivation. Pure positive incentives or pure negative incentives are definitely not good results, so we need correct behaviors to be reinforced with positive incentives, and wrong behaviors can only be avoided with negative incentives.

3. The method of combining individual motivation and group motivation is also indispensable. No one in the world is a single individual, and everyone is in a certain social relationship. Putting students in the position of a group can use the influence of the group on the individual to amplify the effect and persistence of motivation.

Through these measures, all students can develop better behaviors and the school can have a better learning atmosphere [3].

The application of motivation theory can allow students to form positive inner feelings, fully mobilize their sense of autonomy and master values, in finally, working hard to realize self-worth and

realize social value on this basis. All in all, in the work of student management and education management, it is necessary to make more appropriate management of college students based on the development of the times and changes in students' thinking. Combining the ideas and methods of value-motivation, instead of simply focusing on the ideas of value-motivation or the methodology of it, can university teaching be more meaningful in reality.

## REFERENCES

1. Yan Deshan. Discussion on the Application Value of Incentive Theory in the Management of College Students. – China, Management Observation Magazine, 2018.

2. Olga B. Mikhailova. The Value-Motivational Structure of the Innovativeness of Young Students. – Russia, Peoples' Friendship University, 2015.

3. Elena G. Nelyubina. In University Quality Management System of Education Based on the Competence Approach. – Russia, International Review of Management and Marketing, 2016.

УДК 378.147

## **ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Михасик Е. И.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, доцент Романова А. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Процесс непрерывного образования сейчас рассматривается как обязательное условие развитие человека не только как специалиста на конкретном рабочем месте, а как средство все-стороннего роста личности, его кругозора и мировоззрения.

Маслова В. В. под непрерывным образованием понимает организованное обучение, детерминированное системой факторов и условий, обеспечивающих непрерывное обучение человека [1]. Бабакова Т. А. определяет непрерывное образование как единая система образовательных учреждений, обеспечивающая базовое образование, послевузовское образование, повышение квалификации и переподготовку кадров; образование человека на протяжении всей жизни с учетом его индивидуальных способностей, мотивов и интересов, ценностных установок; осуществляется в форме организованного образования или самообразования [2].

Система непрерывного образования основано на поддержке компетентностного развития личности и концепции развивающего обучения. Основу концепции непрерывного образования составляют следующие положения: принцип непрерывности; принцип гибкости; быстрое изменение запросов на рынке труда; видение образования как процесса «не на всю жизнь, а через всю жизнь».

Современный человек должен не только обладать неким объемом знаний, умений и навыков, которые были получены во время обучения в учреждениях образования, но и стремиться к самообразованию: быть способным искать и находить необходимую информацию для решения тех или иных задач, использовать разнообразные источники информации для решения этих задач, быть нацеленным на приобретение дополнительных знаний.

Программа непрерывного образования состоит из следующих принципов и составляющих: системность; компетентностный подход; оптимизация аудиторных занятий; применение современных образовательных и информационных технологий; накопительная система обучения. Электронные учебно-методические комплексы вписываются как средство передачи новых знаний в систему непрерывного образования.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) – комплексный электронный образовательный ресурс, структурированная совокупность электронной учебно-методической документации, электронных образовательных ресурсов, средств обучения и контроля знаний, содержащих взаимосвязанный контент и предназначенных для организации учебного процесса и реализации освоения заявленных учебных целей (компетенций).

Рассмотрим ЭУМК в контексте принципов непрерывного образования и увидим его продуктивность. Во-первых, при разработке ЭУМК для всех учебных дисциплин образовательного процесса можно проследить принцип системности. Сам по себе комплекс подразумевает систему взаимосвязанных элементов, в которую входит: теоретический материал для усвоения новых знаний обучающимися; наглядный материал в виде презентаций, видеофрагментов, сопровождающих теоретический материал; руководства по выполнению практических заданий, позволяющих выработать необходимые умения и навыки; задания для контроля результатов обучения. Этот набор позволяет в определенной мере развить самостоятельность обучающихся в процессе обучения, где преподаватель будет скорее направлять деятельность, а не будет просто передавать новые знания, как при репродуктивной модели образования.

Во-вторых, это позволит систематизировать и стандартизировать процесс обучения как внутри кафедры, так и в рамках факультета и всего университета. Кроме этого, использование ЭУМК при обучении позволяет развивать компетенции не только в контексте его непосредственной деятельности, но и, используя современные образовательные и информационные технологии, приобретаются способности и умения по работе с персональным компьютером, специализированными приложениями, что позволяет ему быть разносторонне развитым человеком и стремиться к транспрофессионализму. Также, если в процессе обучения используется электронный учебно-методический комплекс, то можно более продуктивно исполь-

зовать время, отведенное на аудиторные занятия, и увеличить уклон в сторону самостоятельной работы обучающихся. Например, используя время лекций как консультации обучающимся по непонятным вопросам, а не просто передача новой информации в форме устного рассказа.

В результате можно отметить, что электронные учебно-методические комплексы при их правильном использовании может приносить необходимые результаты в системе непрерывного образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Библиография: Основы андрагогики. Терминологический словарь-справочник для студентов социально-гуманитарных специальностей / сост. Маслова В. В. – Мариуполь, 2004. – 19 с.

2. Бабакова, Т. А. Психолого-педагогическое сопровождение образовательного процесса в университете / Т. А. Бабакова, Е. А. Раевская, А. С. Сухоруков, Ю. Ю. Терюшкова ; под ред. Т. А. Бабаковой. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2015. – 104 с.

УДК 377.131.11

### **СОСТАВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СФЕРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ШКОЛЫ**

*Тисецкий С. В.*

*Научный руководитель: канд. пед. наук,  
доцент Гончарова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Работа сегодняшнего преподавателя обязана быть направлена на особые, личные результаты обучающегося. Педагогика индивидуальности, являющаяся самостоятельной отраслью

научного знания, выделяет в человеке следующие сферы: интеллектуальную, мотивационную, эмоциональную, волевою, предметно-практическую, экзистенциальную и сферу саморегуляции [1]. В построенной форме указанные сферы раскрывают неповторимость любого человека, а их развитие считается базой саморазвития индивида как в профессиональном, так и в социальном пространстве.

По мнению Т. Б. Гребенюк и иных исследователей, учебный труд считается неповторимой формой работы и, в сравнении от иных социальных областей, базируется на психических закономерностях признаков всех сфер [2]. Интеллектуальная сфера обучающегося во многом предвещает благополучию его будущей профессиональной самореализации.

Интеллектуальная сфера как область психики, характеризуется видами мышления (творческое, познавательное, теоретическое, эмпирическое, дивергентное, конвергентное, саногенное, патогенное и др.), стилем мышления (аналитический склад ума, образное мышление, наглядно-образное), качествами ума (сообразительность, гибкость, самостоятельность, критичность, способность действовать в уме и др.), познавательными процессами (внимание, воображение, память, восприятие), мыслительными операциями (вычленение, сличение, анализ, синтез, и др.), познавательными умениями (навык формулировки вопроса, выделения проблемы, конструирования гипотезы), умениями учиться (предвещает работу, видеть цели и т. д.), «моторными» знаниями и т. д. [1].

Улучшение ступени интеллекта обучающихся, по мнению исследователей (В. С. Безрукова и др.) [3] вероятно идти по направлению развития сознания и самосознания, мышления, формирования познавательной деятельности. Развитие интеллектуальной сферы обучающегося протекает благодаря развитию всех познавательных функций человека (психических процессов ощущения, восприятия, памяти, мышления, воображения); посредством умственной образованности учащихся в области наук, деятельности,

общения; формирования механизмов саморазвития, самообучения, самоорганизации умственной деятельности; развития индивидуальных интеллектуальных задатков.

Получается, что интеллектуальная сфера обучающихся соединяет в себя целый ряд компонентов, от степени, сформированности которых возможно зависит конкурентоспособность будущего специалиста, его успешность на рынке труда. Задача современной профессиональной школы состоит в соответствии запросам стремительно развивающегося социума.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гребенюк, О. С. Основы педагогики индивидуальности / О. С. Гребенюк, Т. Б. Гребенюк. – Калининград : Калинингр. ун-т, 2000. – 572 с.

2. Гребенюк, Т. Б. Методология. Технологии. Инновации / Т. Б. Гребенюк // Педагогика индивидуальности: традиции и новации. – 2020. – № 1 (5). – 73 с.

Безрукова, В. С. Педагогика. Проективная педагогика : учеб. пособие / В. С. Безрукова. – Екатеринбург : Деловая книга, 1996. – 344 с.

УДК 378:621

### **ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ: ВИДЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМИНЕНИЯ**

*Трус Е. С.*

*Научный руководитель: к. физ.-мат. н., доцент Кравченко Э. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В соответствии с Государственной программой «Образование и молодежная политика» на 2021–2025 годы основным направлением деятельности является обновление материаль-

но-технического оснащения образовательного процесса в соответствии с современными требованиями.

Одним из требований является задействование электронных средств обучения. «Электронные средства обучения в учебном процессе реализуются при помощи компьютерных технологий обучения. Компьютерные технологии при разумной организации интенсифицируют процесс обучения, обеспечивают формирование глубоких знаний, выработку прочных умений и твердых навыков, а также вносят свой вклад в процесс воспитания будущего специалиста» [1].

Одной из разновидностей электронных средств обучения является электронное учебное издание. «Электронное учебное издание (ЭУИ) – электронное издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для изучения и преподавания, и рассчитанное на учащихся разного возраста и степени обучения» [2].

К основным учебным изданиям относятся: учебник, учебное пособие (учебно-методическое, учебное наглядное, практикум), методические рекомендации, курс и конспект лекций, учебная программа, учебно-методический комплекс, учебный комплект, справочные издания (энциклопедия, словарь, справочник).

Основными дидактическими целями использования перечисленных изданий в обучении являются: сообщение учебного материала, формирование и закрепление знаний, формирование и совершенствование умений и навыков, контроль усвоения и обобщение полученных знаний.

Использование ЭУИ позволяет по-новому организовать деятельность обучающихся, применять в ходе занятия весь спектр возможностей современных информационных технологий, использовать дополнительные средства воздействия на учащихся, например, мультимедиа, использовать удобную систему навигации в пределах ЭУИ, дает возможность использовать встроенный контроль, и самое главное, материал, предоставленный в

ЭУИ является достоверным и проверенным преподавателем, что исключает потоки «мусорной» информации которую учащиеся берут из непроверенных источников сети Интернет.

Несмотря на перечисленные положительные стороны использования ЭУИ на занятии существуют определенные проблемы в их практической реализации. К основным причинам возникновения проблем можно отнести: отсутствие в учебном заведении соответствующих программных средств, отсутствие у преподавателей соответствующих компетенций, отсутствие единых требований к разработке изданий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченя, Э. М. Технические средства обучения. Проектирование и создание электронных учебных пособий : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Э. М. Кравченя, В. И. Пилипенко. – Минск : БНТУ, 2011. – 62 с.

2. Электронные издания. Основные виды и выходные сведения : ГОСТ 7.83-2001. – Введ. 03.01.2003. – Минск : БелГИСС, 2002. – 13 с.

УДК 378:621

### **ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ: ПОНЯТИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ**

*Трус Е. С.*

*Научный руководитель: к. физ.-мат. н., доцент Кравченя Э. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из направлений Концепции информатизации системы образования Республики Беларусь является внедрение в образовательный процесс электронных средств обучения. Од-

ной из разновидностей электронных средств обучения является электронное учебное издание. Само понятие состоит из таких компонентов как учебное издание и электронное издание. В первую очередь разберем само определение понятия «издание». Согласно СТБ ГОСТ 7.60-2005 под *изданием* понимается документ, расположенный на материальном носителе, предназначенный для распространения информации и прошедший этапы редакционной и издательской обработки. Под *электронным изданием* понимается издание, для пользования которым требуется средства электронно-вычислительной техники. *Учебным изданием* называется издание, в котором размещается логично построенный и систематизированный материал научного либо прикладного характера и предназначенный для использования в образовательном процессе [1].

«Электронное учебное издание (ЭУИ) – электронное издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для изучения и преподавания, и рассчитанное на учащихся разного возраста и степени обучения [2]». Разработка ЭУИ основывается на таких дидактических принципах как: принцип научности (корректность и научная достоверность изложения содержания учебного материала), принцип доступности (построение структуры учебного материала с учетом возрастных особенностей учащихся), принцип наглядности (включение в занятие средств визуализации учебного материала), принцип систематичности и последовательности (обеспечение последовательного усвоения учащимися определенной системы знаний в изучаемой предметной области).

Наряду с учетом дидактических принципов выделяют ряд психологических требований, влияющих на успешность и качество создания ЭУИ:

– Разработка ЭУИ должна учитывать такие познавательные психические процессы, как «восприятие (преимущественно зрительное, а также слуховое, осязательное), внимание (его

устойчивость, концентрация, переключаемость, распределение и объем внимания), мышление (теоретическое понятийное, теоретическое образное, практическое наглядно-образное, практическое наглядно-действенное), воображение, память (мгновенная, кратковременная, оперативная, долговременная, явление замещения информации в кратковременной памяти)» [3].

– Построение учебного материала осуществляется с учетом возрастных особенностей.

– ЭУИ должно быть направлено на развитие образного и логического мышления.

Разработанное ЭУИ должно соответствовать таким технико-техническим требованиям как: функционирование в сети Интернет, включение современных средств наглядности, гетерогенностью, защитой от внесения изменений пользователем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Издания. Основные виды. Термины и определения : СТБ ГОСТ 7.60-2005. – Взамен СТБ 7.60-93 ; введ. РБ 01.08.2005. – Минск : БелГИСС, 2005. – 54 с.

2. Электронные издания. Основные виды и выходные сведения : ГОСТ 7.83-2001. – Введ. 03.01.2003. – Минск : БелГИСС, 2002. – 13 с.

3. Образовательные электронные издания и ресурсы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rusere.ru/courses/noteuch/oier.pdf>. – Дата доступа: 20.10.2021.

УДК 378.6

## **УМЕНИЕ КРИТИКОВАТЬ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНФЛИКТНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА**

*Храновская Н. В.*

*Научный руководитель: Каминская Т. С.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Для педагогов-инженеров необходимо уметь высказывать свои мысли правильно и корректно, а при возникновении конфликтных ситуаций важно иметь компетентность для их решения. Конфликтные ситуации часто возникают при работе с подростками, т. к. в период переходного возраста многие ребята воспринимают информацию с обостренной чувствительностью. Важно понимать, что постоянная критика в адрес подростка может привести к негативным последствиям для его психического развития. Длительное переживание взрослеющим человеком состояния раздражения, злости, обиды может сформировать у него такие черты характера, как агрессивность и упрямство. Некоторые педагоги рассматривают критику как средство избавления учащихся от проблем. К сожалению, преподаватели не всегда готовы видеть в подростке человека с собственным внутренним миром, не похожим на привычный взрослый. Безусловно, есть ситуации, в которых критика вполне уместна. Но она обязательно должна быть конструктивной, с предложением подростку конкретных способов устранения сложившейся ситуации в лучшую сторону. Конструктивная критика предполагает заинтересованность критикующего в позитивном результате и сохранение уважения к собеседнику. Чтобы стать взрослым, подростку нужно почувствовать границы, отделяющие его от остальных людей и позволяющие ему отвечать за свои поступки. Педагогам же стоит постараться в приемлемой форме дать учащемуся возможность узнать о чувствах, которые они испытывают в мо-

мент, когда их ученик неправильно себя ведет. При этом недопустимо переходить на личность подростка, стыдить его, внушать ему чувство вины.

УДК 37.04

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*Хох А. С.*

*Научный руководитель: доцент,  
кандидат педагогических наук Дирвук Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Педагогическая технология является структурой взаимодействия преподавателя с обучающимися. При использовании педагогических технологий обучения достигаются поставленные цели на уроке производственного обучения.

Исходя из всеобщих требований современных методик обучения и воспитания учащихся выделяют педагогические технологии, которые будут основными для организации урока производственного обучения:

1. Технология бригадной организации производственного обучения.
2. Технология инструктирования.
3. Технология тренажерного обучения.

1. Бригадную организацию производственного обучения применяют в учебных мастерских, после усвоения обучающимися основ профессии (самым важным является накопление опыта). После получения основных навыков и опыта обучающиеся разделяются на бригады, что позволяет им организовать благоприятную и продуктивную учебно-воспитательную работу мастера производственного обучения.

2. После проведения вводного инструктажа нет гарантии, что обучающиеся воспримут должным образом все увиденное и услышанное, и смогут без сторонней помощи выделить из этих пояснений и демонстраций требуемое количество информации, чтобы свободно использовать эти знания при выполнении работ и упражнений. Недостаток информации, который может появиться у обучающихся, восполняется мастером производственного обучения в процессе инструктирования обучающихся. Следует адекватно воспринимать тот факт, что мастер производственного обучения не всегда сможет оказать своевременную помощь всем нуждающимся в ней обучающимся.

3. Технические средства обучения, например, тренажеры, создают благоприятные условия для более эффективного формирования профессиональных знаний, умений и навыков, которые необходимы обучающимся в процессе обучения. С помощью технологии тренажерного обучения процесс производственного обучения пополняется рядом мероприятий по улучшению трудовых умений и навыков, в тех случаях, когда процесс урока не позволяют эффективно организовать такие упражнения в реальной производственной обстановке.

При проведении урока производственного обучения основными принципами являются формирование первоначальных профессиональных умений и навыков учащихся.

Применение перечисленных выше педагогических технологий, характеризует мастера производственного обучения как специалиста, профессионала своего дела.

УДК 378.147.88:62

**ЗНАЧИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЕ  
ЗРИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВ У БУДУЩИХ  
ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ВИДЕОМЕТОДА НА УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО  
ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОБУЧЕНИЮ В БНТУ**

*Чернецкая А. В.*

*Научный руководитель: к. п. н., доцент Дирвук Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Производственное обучение как самостоятельная часть учебного процесса подготовки будущих педагогов-инженеров в БНТУ имеет свои специфические особенности:

– оно осуществляется по двум рабочим квалификациям (Слесарь механосборочных работ, Фрезеровщик/Токарь) в специализированных лабораториях, цехах и мастерских научно-производственного кластера опытного завода «Политехник-БНТУ» один раз в неделю в течении 6 часов;

– структура каждого лабораторного занятия практически идентичная структуре урока производственного обучения в учреждениях профессионального образования.

Целью вводного инструктажа каждого занятия является формирование у будущих педагогов-инженеров смысловой и двигательной структуры ориентировочной основы действий по выполнению учебно-производственного задания по выполнению отдельных технологических операций или их наиболее устоявшихся сочетаний-комплексов.

Весьма эффективно для данных целей зарекомендовала себя практика использования аудиовизуальных материалов, так как подавляющее большинство людей (до 90–95 %) воспринимают поступающую информацию комплексно – органами зрения и слуха.

Учебный материал в видеоформате избавляет от необходимости монотонного чтения большого объема учебной информации, но в более простой и доступной форме для обучающихся.

Использование на данных занятиях видеоконтента имеет свои *достоинства*:

– более качественное формирование профессиональных знаний, умений и навыков будущего педагога-инженера, призванного осуществлять свои функции и компетенции в учреждениях профессионально-технического и среднего специального образования в должности мастера производственного обучения;

– простота и доступность восприятия учебного материала.

Применение видеометода также имеет свои *недостатки*:

1. Излишняя теоретизация производственного обучения. Поэтому учебной программой предусмотрена также и практическая часть занятий, которая является главенствующей.

2. Нивелирование индивидуального подхода, поскольку в приведенном выше случае учитывается целевая аудитория, поэтому кому-то восприятие учебного материала может даваться достаточно легко, а кому-то крайне сложно.

3. Отвлекающие факторы, которые требуют от преподавателя постоянного контроля за обучающимися.

Успешно зарекомендовала себя также такая разновидность *видеофрагментов (видеороликов)*, используемых на производственном обучении будущих педагогов-инженеров, как *видеоанимация*. Это хороший способ донести до обучающегося суть чего-то весьма сложного, порой даже фантастического и парадоксального. Также при внедрении различных инноваций и обновлений оборудования зачастую создаются и успешно используются *видео-инструкции* к данным новшествам.

Путем комбинирования *живой съемки, компьютерной анимации, видео-инструкций* появляется возможность моделировать и демонстрировать скрытые и/или сложные производственные процессы, химические реакции в них протекающие, сложные природные явления и т. п.

Как показали результаты исследования, использование видеометода позволяет существенно повысить качество производственного обучения будущих педагогов-инженеров в БНТУ.

УДК 378.6:37:378.046

**FORMATION AND DEVELOPMENT  
OF PROFESSIONAL COMPETENCE  
OF TEACHERS-ENGINEERS IN THE SYSTEM  
OF CONTINUOUS PEDAGOGICAL EDUCATION**

*Чанг Мэнвэй*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, Романова А. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

The teaching profession is a profession that requires highly educated and highly educated professionals. All teachers need to have comprehensive professional knowledge, good teaching knowledge, skills and abilities to guide and support students. To this end, we need to understand the expectations of teachers. The basic organizational framework for describing teachers' abilities is determined by the roles that teachers may play, and in different ways by the dimensions of teachers' activities. It was defined abilities through activities, emphasizing that the formation of these personal resources generated by learning (experience and practice) enables individuals to constructively and successfully apply the acquired knowledge and personality components.

Today, the importance of acquiring the comprehensive skills required for effective learning is undisputed. In the spring of 2002, the European Commission identified eight key capabilities: mother tongue communication, foreign language communication, mathematical skills and basic scientific and technological skills, digital skills, learning and learning, social and civic skills, initiative and entrepreneurship and cultural awareness and expression. This critical competence reference frame can be used as a reference for any

lifelong learning education and training, and is essential for formulating training and output requirements.

In addition to the key competencies proposed by the European Council, hundreds of teacher competencies have been described in the literature over the past few years. Since these capabilities are not static, the situation becomes more complicated. In a certain way, they are losing their social significance, while others are emerging as new needs arise. Fortunately, it is also clear that the quality of teachers' general education ability depends on the so-called professional knowledge on the one hand, and on the system of various personality factors and their special organization and organization on the other. For training and output requirements, teacher competence covers the basic aspects of teaching activities, including basic knowledge, personality, and activity components required for effective implementation. If in teacher training we follow the competency system necessary for the successful continuation of the teacher's career, then this will improve training efficiency. Undoubtedly, teachers play an important role in the process of socialization and education. They teach and evaluate the work of students, so their abilities, skills and abilities significantly affect the effectiveness of education. Their behavior, professional personality and belief in their own abilities will affect student performance. Teachers who have just graduated, when they find themselves in the deep water area, because the new professional environment is still very new, but they need to meet professional expectations and even local characteristics, they are facing professional challenges when they start teaching. In terms of teacher training, it is very important to introduce competency training to promote the professional development of teacher students as a top priority. Graduates need to be "capable", because only teachers who understand and have their own teacher abilities can carry out competency-based development. This proves that the research on the perception of teacher's ability in teacher training students is reasonable. Higher education legislation places teacher training under the jurisdiction of universities and allows them to operate as independent institutions. In the institute, training [1].

The organizational structure of the Teacher Training Institute is characterized by the provision of training in three areas of basic education: technology, language and communication, and humanities and social sciences. This provides a framework to train students from a wide range of disciplines. The curriculum of teacher training programs that have obtained teacher qualifications mainly includes three parts: core courses (core of the course), additional courses (outside the course) and optional courses (optional courses).

The main purpose of organizing its educational program is to provide the specific professional abilities required to successfully practice the teaching profession. The most suitable theme is "pedagogy". Within the framework of this discipline, students are familiar with the latest teaching trends and concepts, and acquire professional methodological knowledge, enabling them to apply educational strategies, methods and tools that are conducive to education.

The measurement tool of the survey is a questionnaire that examines students' abilities from two aspects: on the one hand, students' views on the professional skills and abilities they need in the teaching industry; on the other hand, what professional skills and abilities they possess ability. In addition to students' background information, the questionnaire also asked about training, general, and teacher abilities assessments. The training of teachers in technical fields is carried out in accordance with the requirements of the Hungarian general teacher training system. Compared with the latter, engineer-teacher training is associated with engineer training. Teachers in technical fields are not prepared to teach individual technical subjects. The educational process of teacher training follows a common technical and basic training stage. The teaching method phase and parallel technical training (in fewer courses) can be considered typical.

The rapid growth in the number of higher education students requires rethinking several far-reaching control, financial, and organizational-development issues. It also requires a reassessment of the analysis of the structure and quality of the education discharge pro-

cess. With the expansion of education – the time spent on education has increased and participation in higher education has increased – the transition from education to the world of work has become increasingly important. The integration of young people who are about to leave school into the labor market and adapting young professionals to the requirements of the labor market in terms of education, talents and opportunities happened during this transitional period. The combination of school discharge structure and labor market demand is formed in the process of transformation.

The purpose of the analysis and research among the entrants of engineering teachers. It is important to evaluate the quality of training based on the data collection between the engineering teachers and students, and the engineering teachers who graduated from the college. Another purpose is to provide new ideas for the further development of the entire teacher training [2].

In general, we can say that we need a flexible education system that focuses on economic needs. The construction of a sound education system is outstanding. Hungarian education meets European standards, but lacks flexibility and ignores economic supply and demand. In the field of education, it is not the areas that companies need to prioritize; if the characteristics of the economy and higher education institutions develop better cooperation, it can be bridged. In higher education, four areas compete with each other: practical orientation, specialization requirements, the need for theory establishment, and the requirements for science education. Employment.

## REFERENCES

1. Harangus, K., Horvath, Z. and Szentes, E. Existing and yet to be developed teacher abilities in engineer teacher training. – Journal of Contemporary Educational Research, 2020.

2. Development of professional teacher-training in New vocational Model. Studies ed. Dr. Sallay, Mária. – London, General Press, 1996.

УДК 378.147.091.3

**DESIGNING THE EDUCATIONAL PROCESS  
OF THE UNIVERSITY BASED ON MENTAL  
CHARACTERISTICS OF MODERN STUDENTS**

*Чжу Мяо*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, Романова А. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

The psychological characteristics of people change with the external factors, and among modern students, it is commonly believed that they can relax after entering college. In China, students who enter college through college entrance exams feel that college is easy because the three years of high school are very hard and exhausting, therefore, even after entering college, we should pay attention to the psychological characteristics of modern college students.

Young students are in their adolescence and confused. There are many uncertainties in their future development, and choosing employment or continuing school for graduate school is an important step in their life. Therefore, it is important for college students not only to plan their life well, but also to pay attention to the college education process.

From freshman to senior year, there are different psychological changes in each year. For example, when you first enter the university, you feel that everything is new and relaxed, but as the psychology changes, the curiosity and newness fades away in your sophomore year, and in China, there are more courses from freshman to junior year, and in your junior year, you start to consider whether to continue your education (graduate school) or work after graduation, and in your senior year, you can choose to do an internship, either on or off campus.

**Changes in psychology and learning styles.** For students who have just entered university and are looking forward to university

life, they should be helped to have a comprehensive and in-depth understanding of the basic situation of the professional training program, the status of the discipline, and employment prospects.

The distinctive feature of university learning from secondary school learning is the reduction of dependence and its replacement by active and conscious learning. The content of university education is to teach both basic knowledge and professional knowledge, and the education is highly specialized and introduces the latest cutting-edge knowledge and technological development of the profession and industry. The depth and breadth of knowledge is much more extensive than in secondary school. Classroom teaching is often outline type, the teacher in the classroom only talk about the difficult points, doubts, key points or the most insightful part of the teacher, the rest of the students will have to attack, understand, master. Most of the time is left for students to learn on their own. Therefore, to cultivate and improve the ability of self-learning is a necessary skill for college students [1].

Firstly, the university stage is the golden age of life, an important period for one to acquire knowledge and the way of learning changes to autonomy. Second, the university may change to a new city, whether students are accustomed to the adaptability of the new city, the school should always pay attention to the development of the psychological changes of students and carry out frequent psychological activities. For example, teachers are required to conduct psychological interviews with students once a week to keep track of their psychological changes.

The intellectual level of university students has reached a higher level, which is more systematic, comprehensive and precise than before. The thinking style and thinking ability of university students have entered the advanced stage of logical thinking, which has prepared a good psychological environment for cultivating innovative talents. However, because of the imperfect quality of their thinking, they seem to be blind and superficial in their daily life because of their individuality.

Some students may have grown up in a bad family environment and developed bad habits and thoughts. They have a very dark side in their hearts, and some may have low self-esteem. After knowing these real situations, mental health teachers should respect these students and try to take care of their self-esteem. They should not develop contempt and disdain for the unhealthy development of the students' mental state. What teachers should do is to guide them in a timely manner, and parents should communicate more with their students [2].

**Healthy physique and safe campus environment.** Schools should pay attention not only to the changes in students' psychological development, but also to their academic performance and healthy physical fitness. Many students enter college and often stay up late, resulting in trouble getting up for class the next day, low spirits, and reduced physical fitness. The school should carry out relevant physical activities, (other than physical education classes) such as campus physical exercise, which requires running up to 3 km on campus every day. The safety of the school needs to be strictly managed and prevented so that social undesirables do not enter the school to lure and commit a series of crimes that will cause psychological shadows to the students. To regulate the institutional culture and learning culture of the school Students will grow up in a good environment and be nurtured by a good culture.

In addition to this, create a harmonious and safe campus environment. In the university, students come from all over the country. Due to different regional customs, cultural differences, as well as different personalities, values and worldviews, there is more or less friction between students, not to mention that there are many others in the dormitory. Therefore, it is necessary to strengthen the campus spiritual civilization, create a good social atmosphere and strengthen the mental health education of college students. Introduce excellent resources of psychological teachers, arrange and implement necessary practical psychological classes, and the safety of the school needs to be strictly managed and prevented, so as not to allow a series of be-

haviors such as entrapment and crime to enter the school and bring psychological shadows to students. Standardize the campus institutional culture and learning atmosphere so that students grow up in a good environment and are influenced by a good atmosphere [2].

**Mastering the integration of modern educational theory and mental health.** According to the modern theory extended meaning to develop, the mental health teaching in colleges and universities should be combined with the current affairs hotspots under contemporary society, analyze the direction of college students' psychological dynamics and the overall flow trend, so that the teaching objectives and guidelines as the right starting point, modern education theory also calls for a democratic and equal teacher-student relationship, which is especially important for mental health education, when students receive mental health education, teachers should act as a kind of partner, equal dialogue, and conduct a good guidance, so that students can open their hearts and get the benefits brought by psychological education.

College students have to develop a wide range of abilities, mainly including self-learning ability, operational ability, research ability, expression ability, organizational ability, social ability, the ability to consult materials, select reference books, creative ability, etc. As Einstein said, "Higher education must focus on training students to be able to think and explore problems. People solve all the problems in the world by using the thinking power and wisdom of the brain, not by moving books."

## REFERENCES

1. Guo Shufen. On The Teaching Design of Mental Health in Colleges and Universities Based on Postmodern Education. – China, Liaoning: Fuxin College, 2016.
2. Ding HongShan. Psychological Characteristics of College Students and their Educational Methods. – Chian, Xiangya Medical College of Central South University, 2000.

УДК 53.072

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА  
ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

*Шмакова Т. С., Гутько Е. С.*

*Научный руководитель: к. п. н. доцент Дирвук Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Одной из проблем в решении задачи повышения эффективности и качества образовательного процесса является активизация самостоятельной деятельности обучающихся современного колледжа. Каждый преподаватель колледжа анализирует проведенные им занятия, ищет причины успехов и неудач в своей работе [1]. Как показывает практика в числе неудачных занятий наибольшей является доля лабораторных занятий.

Основная цель лабораторной работы – экспериментальное подтверждение изученных ранее теоретических положений. Такие занятия, чаще всего носят репродуктивный характер [2]. Результативность лабораторной работы, своевременность ее защиты зависит от преподавателя, от организации ее и обеспеченности. Любая деятельность наиболее результативна тогда, когда она организована технологично и обеспечена инструментально [3]. К инструментарию к лабораторному занятию по учебной дисциплине «Теоретические основы электротехники» справедливо относят тетрадь для лабораторных работ.

При проведении лабораторной работы мы как авторы данной тетради использовали метод предварительных заданий. Что это означает? На лабораторную работу учащийся должен прийти подготовленным. Учащиеся продумывают, что необходимо будет выполнить, какую схему необходимо собрать (другие авторы зачастую предлагают нарисовать схему дома,

а на занятии только уточняют и проверяют ее). Дома учащимся также предлагается записать все формулы, необходимые для расчетов.

Рабочая тетрадь содержит таблицы, диаграммы или графики, которые учащиеся должны построить по итогам расчетов.

В рабочей тетради к каждой лабораторной работе учащемуся также предложен ряд практических вопросов. Успех и удовлетворение, полученное от самостоятельно выполненной работы, пробуждают в учащемся внутренние мотивы, желание достичь еще большего успеха и веру в свои силы.

Тетрадь для лабораторных работ составлена так, чтобы устранить «механические действия» (действия репродуктивного характера) обучающегося на занятии. Он имеет возможность выполнить большое число мыслительных операций и связанных с ними практических действий, направленных на достижение целей лабораторного занятия и оформления отчета за отведенное время занятия.

Рабочая тетрадь позволяет экономить учебное время на конспектировании изучаемого материала, которое можно эффективно использовать на закрепление и самостоятельную работу учащихся. Применение на таких занятиях компьютерных технологий делает занятие еще более современным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лобанов, А. П. Управляемая самостоятельная работа студентов в контексте инновационных технологий / А. П. Лобанов, Н. В. Дроздова. – Минск: РИВШ, 2005. – 107 с.
2. Запрудский, Н. И. Моделирование и проектирование авторских и дидактических систем: пособие для учителя / Н. И. Запрудский. – Минск, 2008. – 336 с.
3. Чурилов, А. А. Современные технологии обучения в образовательных учреждениях / А. А. Чурилов // Молодой ученый. – 2012. – № 11. – С. 497–500.

УДК 158.1

## **ВЛИЯНИЕ ДОМИНИРУЮЩЕГО ВИДА ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ НА УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ**

*Шатило Д. А.*

*Научный руководитель: Каминская Т. С.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Успеваемость студентов зависит от многих факторов, и данная проблема существует очень давно. Одни студенты с легкостью справляются с поставленными задачами, а другие могут потратить много времени и сил на решение той же задачи. Часто говорят, что студенту стало не интересно учиться, но так ли это? Возможно, тип восприятия информации имеет значение? Люди воспринимают мир через слух, зрение, обоняние, осязание и вкус. В головном мозге информация трансформируется в некую модель, образ. Такие индивидуальные модели называются модальностью восприятия и переработки информации. Та модальность, которая используется чаще, чем другие – ведущая модальность, это и есть преобладающий тип восприятия информации, обеспечивающий наилучшее усвоение. Человек может пользоваться и другими типами восприятия. Однако на это уйдет больше ресурса.

Цель нашей работы заключалась в том, чтобы выяснить, какой тип восприятия преобладает у студентов технических специальностей, как это связано с их успеваемостью и дать рекомендации для эффективного использования своей модальности с целью повышения успеваемости. На основе преобладания определенной модальности выделяют три типа личности: аудиалы, визуалы. и кинестетики. Выборка исследования составила 40 студентов 2-го курса БНТУ. Для выявления ведущего типа восприятия был использован тест (С. Ефремцев). Анализ результатов тестирования показал, что преобладающей модальностью среди студентов технических

специальностей является визуальная (80 % от выборки). Визуалы думают картинками, лучше всего им дается чтение карт, диаграмм. Им сложно воспринимать содержание лекции, если информация преподносится только на слух. Все это потому, что визуалы лучше воспринимают информацию, которую видят. При работе с визуалами рекомендуется широко использовать наглядность, использовать в речи слова, описывающие размер, цвет, форму.

15 % от выбоки студентов оказались кинестетиками. Кинестетики лучше воспринимают информацию с помощью осязания, для них понятнее краткие определения, нужны частые перерывы. Сложны для них длинные эссе и тесты. С кинестетиками проще работать, если использовать выразительную жестикуляцию, они лучше запоминают то, что делали своими руками.

Лишь 5 % от выборки оказались аудиалами. У аудиалов любая услышанная информация усваивается и запоминается лучше, чем, например, прочитанная. Поэтому таким людям в процессе обучения сложнее всего даются чтение текстов и выполнение тестов с ограничением по времени. С аудиалами проще работать, если использовать вариации голоса (тон, пауза, интонация), при этом полезно повторять вслух информацию несколько раз.

Опрос и изучение результатов успеваемости за год обучения показали, что лучшие баллы в семестрах были именно у визуалов. Аудиалы запоминали то, что было «выразительно сказано». Кинестетики хорошо выполняли лабораторные работы.

В заключение отметим, что знание студентом своего доминирующего типа восприятия может облегчить запоминание и усвоение учебной информации.

## СЕКЦИЯ «МЕТОДОЛОГИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УДК 621.762.4

### **ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. GUI: ОРИГИНАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

*Абрамович Е. Д.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Дробыш А. А.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Графический интерфейс пользователя (GUI) – часть интерфейса пользователя (он же пользовательский интерфейс) – интерфейса, обеспечивающего передачу информации между пользователем-человеком и программно-аппаратными компонентами компьютерной системы (ISO/IEC/IEEE 24765-2010). В графическом интерфейсе пользователя элементы интерфейса (меню, кнопки, значки, списки и т. п.), представленные пользователю на дисплее, исполнены в виде графических изображений. В GUI пользователь имеет произвольный доступ (с помощью устройств ввода – клавиатуры, мыши, джойстика и т. п.) ко всем видимым экранным объектам (элементам интерфейса) и осуществляет непосредственное манипулирование ими.

Графический интерфейс пользователя является частью пользовательского интерфейса и определяет взаимодействие с пользователем на уровне визуализированной информации.

Можно выделить следующие виды графического интерфейса пользователя: простой: типовые экранные формы и стандартные элементы интерфейса, обеспечиваемые самой подсистемой GUI; истинно-графический, двухмерный: нестандартные элементы интерфейса и оригинальные метафоры, реализованные собственными средствами приложения или сторонней библиотекой; трехмерный.

Проектирование графического интерфейса пользователя представляет собой междисциплинарную деятельность. Оно требует усилий многофункциональной бригады – один человек, как правило, не обладает знаниями, необходимыми для реализации многоаспектного подхода к проектированию GUI-интерфейса. Надлежащее проектирование GUI-интерфейса требует объединения навыков художника-графика, специалиста по анализу требований, системного проектировщика, программиста, эксперта по технологии, специалиста в области социальной психологии, а также, возможно, некоторых других специалистов, в зависимости от характера системы.

В современном мире миллиарды вычислительных устройств. Еще больше программ для них. И у каждой свой интерфейс, являющийся «рычагами» взаимодействия между пользователем и машинным кодом. Не удивительно, что чем лучше интерфейс, тем эффективнее взаимодействие. Однако далеко не все разработчики и даже дизайнеры, задумываются о создании удобного и понятного графического интерфейса пользователя. А это как раз то, о чем стоило бы задуматься.

#### *Правила создания элементов интерфейса (ЭИ)*

1. Разработка интерфейса обычно начинается с определения задачи или набора задач, для которых продукт предназначен.

2. Простое должно оставаться простым. Не стоит усложнять интерфейсы. Нужно постоянно думать о том, как сделать интерфейс проще и понятнее.

3. Пользователи не задумываются над тем, как устроена программа. Все, что они видят – это интерфейс. Поэтому, с точки зрения потребителя именно интерфейс является конечным продуктом.

4. Интерфейс должен быть ориентированным на человека, т. е. отвечать нуждам человека и учитывать его слабости. Нужно постоянно думать о том, с какими трудностями может столкнуться пользователь.

5. Необходимо думать о поведении и привычках пользователей. Не менять хорошо известные всем ЭИ на неожиданные, а новые делать интуитивно понятными.

6. Разрабатывать интерфейс необходимо исходя из принципа наименьшего возможного количества действий со стороны пользователя.

#### *Рекомендации к дизайну элементов интерфейса*

В дизайне ЭИ нужно учитывать все: начиная от цвета, формы, пропорций, заканчивая когнитивной психологией. Однако, несколько принципов все же стоит отметить:

1. Цвет. Цвета делятся на теплые (желтый, оранжевый, красный), холодные (синий, зеленый), нейтральные (серый). Обычно для ЭИ используют теплые цвета. Это как раз связано с психологией восприятия. Стоит отметить, что мнение о цвете – очень субъективно и может меняться даже от настроения пользователя.

2. Форма. В большинстве случаев – прямоугольник со скругленными углами. Или круг. Опять же, форма как и цвет достаточно субъективна.

3. Основные ЭИ (часто используемые) должны быть выделены. Например, размером или цветом.

4. Иконки в программе должны быть очевидными. Или подписанными. Ведь, по сути дела, вместо того чтобы объяснять, пиктограммы зачастую сами требуют для себя объяснений.

Рекомендации к эффективному расположению элементов интерфейса на экране.

1. Есть утверждение, что визуальная привлекательность основана на пропорциях. Есть известное число 1,62 – это так называемый принцип Золотого сечения. Суть в том, что весь отрезок относится к большей его части так, как большая часть, относится к меньшей. Например, общая ширина сайта 900 px, делим 900 на 1.62, получаем ~555 px, это ширина блока с

контентом. Теперь от 900 отнимаем 555 и получаем 345 пх. Это ширина меньшей части.

2. Перед расположением, ЭИ следует упорядочить (сгруппировать) по значимости. Т. е. определить, какие наиболее важны, а какие – менее.

3. Обычно (но не обязательно), элементы размещаются в следующей градации: слева направо, сверху вниз. Слева вверху самые значимые элементы, справа внизу – менее. Это связано с порядком чтения текста. В случае с сенсорными экранами, самые важные элементы, располагаются в области действия больших пальцев рук.

4. Необходимо учитывать привычки пользователя. Например, если в Windows кнопка закрыть находится в правом верхнем углу, то программе аналогичную кнопку необходимо расположить там же. Т. е. интерфейс должен иметь как можно больше аналогий, с известными пользователю вещами.

5. Размещать ЭИ стоит поближе там, где большую часть времени находится курсор пользователя, чтобы ему не пришлось перемещать курсор, например, от одного конца экрана к другому.

6. Элемент интерфейса можно считать видимым, если он либо в данный момент доступен для органов восприятия человека, либо он был настолько недавно воспринят, что еще не успел выйти из кратковременной памяти. Для нормальной работы интерфейса, должны быть видимы только необходимые вещи – те, что идентифицируют части работающих систем, и те, что отображают способ, которым пользователь может взаимодействовать с устройством.

7. Отступы между ЭИ лучше делать равными или кратными друг-другу.

Функции элементов интерфейса.

1. Пользователи привыкают. Например, при удалении файла, появляется окно с подтверждением: «Да» или «Нет». Со временем, пользователь перестает читать предупреждение

и по привычке нажимает «Да». Поэтому диалоговое окно, которое было призвано обеспечить безопасность, абсолютно не выполняет своей роли. Следовательно, необходимо дать пользователю возможность отменять, сделанные им действия.

2. Если пользователю дают информацию, которую он должен куда-то ввести или как-то обработать, то информация должна оставаться на экране до того момента, пока человек ее не обработает. Иначе он может просто забыть.

3. Нужно избегать двусмысленности. Например, на фонарике есть одна кнопка. По нажатию фонарик включается, нажали еще раз – выключился. Если в фонарике перегорела лампочка, то при нажатии на кнопку не понятно, включаем мы его или нет. Поэтому, вместо одной кнопки выключателя, лучше использовать переключатель (например, `checkbox` с двумя позициями: «вкл.» и «выкл.»). За исключением случаев, когда состояние задачи, очевидно.

4. Имеет смысл делать монотонные интерфейсы. Монотонный интерфейс – это интерфейс, в котором какое-то действие, можно сделать только одним способом. Такой подход обеспечит быструю привыкаемость к программе и автоматизацию действий.

5. Не стоит делать адаптивные интерфейсы, которые изменяются со временем. Так как для выполнения какой-то задачи, лучше изучать только один интерфейс, а не несколько. Пример – стартовая страница браузера Chrome.

6. Если задержки в процессе выполнения программы неизбежны или действие производимое пользователем очень значимо, важно, чтобы в интерфейсе была предусмотрена сообщающая о них обратная связь. Например, можно использовать индикатор хода выполнения задачи (`status bar`).

7. ЭИ должны отвечать. Если пользователь произвел клик, то ЭИ должен как-то отозваться, чтобы человек понял, что клик произошел.

Исходя из вышеперечисленных рекомендаций по созданию графических интерфейсов можно заключить, что GUI могут быть самых разных видов, расцветок, и форм. Но даже среди этого многообразия форм есть много схожих моментов, таких, как, например, в 3 самых популярных браузерах Chrome, Opera, FireFox вкладки страниц браузеров находятся в одних и тех же местах и выглядят практически одинаково. Но в тоже время у каждого из них есть свои уникальные части интерфейса. Так, Chrome начинает свою работу со стартовой страницы, представляющей собой обычную страницу в браузере, которую пользователь выбирает сам, а в Opera есть так называемая экспресс-панель в которой содержатся информация нацелена на пользователя и простейшие настройки браузера.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование графического интерфейса пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.bsuir.by/m/12\\_101523\\_1\\_108313.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_101523_1_108313.pdf). – Дата доступа: 25.10.2021.

2. Тренинг подготовки иконок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/design/178662-devyat-glavnyh-trendov-v-ux-ui-dizayne-v-2021-godu>. Дата доступа: 25.10.2021.

3. Принципы проектирования GUI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studme.org/174175/informatika/printsipy\\_proektirovaniya](https://studme.org/174175/informatika/printsipy_proektirovaniya). – Дата доступа: 25.10.2021.

4. Принципы построения интерфейсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://habr.com/ru/company/SECL\\_GROUP/blog/182208](https://habr.com/ru/company/SECL_GROUP/blog/182208). – Дата доступа: 25.10.2021.

УДК 621.762.4

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ ИГРА, КАК ФАКТОР ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

*Бабицкая Э. С., Каминская И. В.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Дробыш А. А.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Еще с давних времен игра являлась особой формой проведения свободного времени у человека в особенности у детей, при помощи которой у них формировались различные навыки, например, общения. *Игра* – инстинктивный способ получения и развития навыков людьми.

*Компьютерная игра* – компьютерная программа, служащая для организации игрового процесса (геймплея), связи с партнерами по игре, или сама выступающая в качестве партнера.

На сегодняшний день компьютерные игры занимают большую часть жизни практически каждого человека. Это связано со многими факторами, например с тем, что каждому человеку необходимо как-то отдохнуть, развеяться, отвлечься от повседневных, рабочих, семейных проблем; для кого-то компьютерные игры являются хобби, для кого-то просто деятельностью, занимающей свободное время, а для кого-то и смыслом жизни или даже, является способом заработка.

Компьютерные игры нацелены на всю возрастную аудиторию. Сейчас в игры играют как подростки, так и взрослые люди, и это очевидно, потому что существует множество их жанров, где каждый человек сможет найти для себя идеальную игру. Также начали активно практиковаться обучающие игры для детей, позволяющие им намного быстрее, лучше, а главное эффективнее запоминать большое количество информации.

Из всего сказанного можно выделить некоторые *достоинства* компьютерных игр:

- возможность отвлечься от окружающих проблем;
- обучение становится намного интереснее, эффективнее и быстрее благодаря обучающим компьютерным играм;
- игра – является средством «успокоения» душевного состояния человека;
- является хорошим заработком для разработчиков и тестировщиков;
- развивают внимание к деталям, реакцию, моторику пальцев;
- развивают воображение, учат подходить к решению задач творчески и нестандартно;
- хороший способ вовлечь пользователя в самостоятельное изучения программирования, анимации, дизайна.

Но, к сожалению, имеет и множество *недостатков* таких как:

- трата большого количество времени. Часто это происходит, если у человека в жизни не все так хорошо складывается, нависли множество проблем, но это относится к не каждому человеку, однако к большинству из них.

- сильное привыкание или даже зависимость. Тогда человек оставляет все свои важными дела из реальной жизни, ради того, чтобы выполнить ежедневные задания в виртуальной жизни, проводя практически всю свою жизнь в виртуальном пространстве. С появлением мобильных игр зависимость в нынешнем мире стала очень сильно прогрессировать из-за быстрого и удобного способа входа в игру из любого места нахождения человека;

- трата большого количества денежных средств (донат) на различные скины предметов, особенных подарков и дополнительных заданий, которые также имеют легендарные награды, и так сильно манят людей практически живущих и погрузивших в игровой процесс;

- трата денежных средств на современные улучшенные компьютеры.

У каждого человека компьютерные игры занимают определенную часть жизни и имеют на то свою причину. Человек

имеет полное право выбирать, как проводить свою жизнь и как взаимодействовать с компьютерной игрой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Компьютерная игра – Википедия [Электронный ресурс] // ru.wikipedia.org – 2018. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная\\_игра](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная_игра) – Дата доступа: 19.10.2021.

2. Игры с компьютером: с чего все начиналось [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4476292>. – Дата доступа: 19.10.2021.

УДК 621.762.4

### **ВОЗМОЖНОСТИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

*Бабицкая Э. С., Каминская И. В.*

*Научный руководитель: Зуёнок А. Ю.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время в образовательном процессе появились новые способы предоставления информации с помощью технологий дополненной реальности.

*Дополненная реальность* – это вариация виртуальной среды. Главным ее отличием является частичное погружение в виртуальный мир.

*Виртуальная реальность* – это смоделированная реальность, в которой создается иллюзия.

Поскольку с каждым годом появляются новые технологии, рождается новое поколение детей, которые с рождения используют технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т. д.), появляется необходимость модернизировать процесс

обучения, потому что обучающимся просто будет уже не интересно учиться, используя школьную доску для наглядного примера информации.

Благодаря внедрению дополненной реальности повысится шанс привлечь детей к образовательной деятельности и повысится процент образованности обучающихся.

Можно выделить *преимущества* использования дополненной реальности в учебных заведениях:

- быстрое и практичное запоминание информации всеми органами чувств, особенно через визуальное и слуховое представление;

- повышение уровня мотивации. Цифровые технологии повышают интерес к образовательному процессу, так как у современного поколения восприятие информации сформировано уже цифровой средой. Обучаемые привыкли воспринимать информацию через технику;

- изменение функциональных возможностей преподавания;

- Что обычно преподаватели пытаются объяснить «на пальцах», теперь можно объяснить при помощи виртуальной реальности, используя анимацию;

- возможность удаленного образования. Благодаря виртуальным технологиям появляется возможность повысить эффективность обучения онлайн. При случае отсутствия обучающегося на занятии, у него появится возможность изучить материал и проделать работу, которую он пропустил, самостоятельно.

- снижение нагрузка на костную систему обучающихся, благодаря замене учебников на маленькие карточки с QR-кодом.

Но, к сожалению, имеются также *проблемы* внедрения дополнительной реальности:

- продолжительность внедрения и высокая стоимость оснащения техническими средствами образовательных учреждений;

– частое и продолжительное использование виртуальных технологий очень сильно вредит здоровью обучающихся.

В процессе обучения степень усвоения материала зависит от степени вовлеченности обучающегося.

Также установлено, что человек запоминает многократно повторяемую или воздействующую на несколько органов чувств информацию. Это утверждение подтверждается исследованиями Р. Карникау и Ф. Макэлроу.

Технология дополненной реальности расширяет физический мир. Она добавляет слои цифровой информации к тому, что мы видим невооруженным глазом, дополняет наше окружение, добавляя звук, видео и графику, позволяет решить ряд дидактических задач: повышает мотивацию обучающихся, способствует развитию навыков работы с современными технологиями и расширяет формы представления учебного контента.

Конечно, в дополненной реальности имеется много пользы для обучения, но не следует увлекаться ее внедрением, т.к. создается совершенно иная среда, искусственный мир, который заменяет реальный.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Внедрение современных технологий в образовательный процесс [Электронный ресурс] // [interactiv.su](https://interactiv.su) – 04.07.2020. – Режим доступа: <https://interactiv.su/2020/07/04/внедрение-современных-технологий-в-о/>. – Дата доступа: 19.10.2021.

2. Как работает технология дополненной реальности [электронный ресурс] Режим доступа: [https://funreality.ru/technology/augmented\\_reality](https://funreality.ru/technology/augmented_reality). – Дата доступа: 19.10.2021.

УДК 621.762.4

## **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЖИМА ГИБЕРНАЦИИ**

*Бабицкая Э. С., Каминская И. В.*

*Научный руководитель: Астапчик Н. И.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Современные компьютеры и ноутбуки поддерживают несколько разных режимов энергосбережения, самыми известными являются – сон и гибернация. Первый режим обычно понятен всем, а вот второй уже нет.

Гибернация («hibernation», дословно «зимняя спячка») – энергосберегающий режим операционной системы компьютера, позволяющий сохранять содержимое оперативной памяти на энергонезависимое устройство хранения данных (жесткий диск) перед выключением питания. То есть при переходе в гибернацию система перезаписывает все данные из оперативной памяти на жесткий диск и выключает компьютер, а при включении эти данные будут переписаны в оперативную память [1].

И работа начнется с прерванного фрагмента. Процесс выхода из гибернации более длительный, чем пробуждение ото сна. В состоянии гибернации энергия не расходуется, но восстановление занимает некоторое время, и даже если аккумулятор разрядится и устройство отключится, мы все равно сможем продолжить работу с прерванного момента, в отличие от ждущего режима.

Режим гибернации отлично подходит для ноутбуков, когда возможности подзарядить устройство нет, а зафиксировать текущие процессы необходимо. Но может быть доступен не на всех компьютерах (например, на компьютерах с InstantGo нет режима гибернации) [3].

После перехода в гибернацию полное восстановление занимает от 30 секунд до 2 минут. Сравнивая выход из режима ожи-

дания, гибернация занимает несколько больше времени и поэтому может напугать неопытных пользователей. Режим гибернации вошел в операционную систему Windows с версии XP [2].

Режим гибернации имеет некоторые преимущества, такие как [2]: режим энергосбережения позволяет быстро завершить и возобновить работу системы. Энергопотребление сводится к нулю, но при этом повторный запуск не требует загрузки всей системы и важных драйверов; гибернацию можно выполнять автоматически, например, когда батарея достигла критически низкого показателя. Это позволяет сохранить текущее состояние системы и все внесенные в программы изменения при внезапном выключении ноутбука; при гибернации все процессы происходят автоматически, то есть пользователю не придется отвечать на запросы о сохранении внесенных изменений, все выполняется самостоятельно.

Однако режим гибернации имеет множество недостатков: для сохранения состояния ОС необходимо много свободного места на жестком диске; при больших размерах занимаемой памяти на диске заранее резервируется место для файла гибернации, которое уже невозможно изменить из-за особенностей загрузчика, который рассчитан только на определенный раздел диска; некоторые программные продукты имеют проблемы с режимом гибернации; если содержимое диска изменится, то в файле окажутся устаревшие данные; в некоторых ОС спящий режим считается небезопасным из-за отсутствия шифрования файла гибернации; если наблюдаются сбои аппаратного характера, то с выходом из спящего режима могут возникнуть проблемы.

Режим гибернации целесообразно применять, если предполагается простой ноутбука от 30 минут и выше, чем продолжительнее простой, тем целесообразнее использования гибернации. Однако частое использование режима гибернации приведет к потере большого количества памяти жесткого диска.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гибернация – это что такое? Приучаем и настраиваем [Электронный ресурс] // zen.yandex.ru. – 2018. – Режим доступа: <https://en.yandex.ru/media/id/5ae3f2f179885e47d5eaff70/gibernaciia-eto-chto-takoe-priruchaem-i-nastraiivаем-5b1c051c00b3dd75732672af>. – Дата доступа: 26.10.2021.

2. Гибернация: что это за режим и чем полезен пользователю [Электронный ресурс] // strana-it.ru. – 2018. – Режим доступа: <https://strana-it.ru/gibernaciya-chto-eto-za-rezhim-i-chem-polezen-polzovatelyu/>. – Дата доступа: 26.10.2021.

3. Завершение работы компьютера, перевод его в спящий режим гибернации [Электронный ресурс] // support.microsoft.com. – Режим доступа: <https://support.microsoft.com/ru-ru/windows/завершение-работы-компьютера-перевод-его-в-спящий-режим-или-в-режим-гибернации-2941d165-7d0a-a5e8-c5ad-8c972e8e8eff>. – Дата доступа: 26.10.2021.

УДК 766

### **ПРОГРАММЫ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ КАК ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ ГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА**

*Вагин Д. И., Андреев М. А.*

*Научный руководитель: старший преподаватель*

*Ражнова А. В.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Если идет работа над 3D-игрой, имеется возможность выбрать из множества программ для графического дизайна. Однако выбрать правильное программное обеспечение, которое хорошо соответствует нужным потребностям, – непростая за-

дача. Понадобится программное обеспечение для создания 3D-ресурсов, которые заполнят собственный мир игр. Он может включать в себя все, от существ до персонажей и других объектов. Сравнительный анализ приложений позволил сделать следующие выводы.

Autodesk 3DS Max в первую очередь был известен как 3D Studio Max – профессиональная и популярная программа 3D графики для создания моделей, анимации, изображений и игр. Это продукт AutoDesk Media and Entertainment, который имеет гибкую архитектуру на основе плагинов и возможности моделирования для использования в ОС на базе Windows. Основными клиентами, использующими это программное обеспечение, являются разработчики игр, студии архитектурной визуализации и телевизионные коммерческие студии. Предварительная визуализация фильмов и эффекты – это некоторые другие характеристики, которыми обладает этот инструмент.

Blender является бесплатным приложением, используемым для трехмерной компьютерной графики. Это программное обеспечение используется для создания анимационных фильмов, произведений искусства, моделей на основе 3D-печати, визуальных эффектов, интерактивных 3D-приложений и видеоигр.

Возможности 3DS Max включают шейдеры (связанные с рассеиванием), системы частиц, динамическое моделирование, рендеринг, глобальное освещение, пользовательский интерфейс и язык сценариев.

Возможности Blender включают в себя 3D-моделирование, текстурирование, создание скинов, редактирование растровой графики, моделирование на основе жидкости и дыма, моделирование мягких тел, моделирование частиц, анимацию, лепку, анимацию, рендеринг, отслеживание камеры, редактирование видео, графика движения и игровой движок.

#### *Ключевые различия между 3DS Max и Blender*

1. Используя 3DS Max, пользователи могут создавать различные анимации с помощью набора надежных инструментов,

которые помогают им управлять и редактировать свои анимации. Пользователи смогут создавать компьютерные анимации и эффекты для применения к фильмам, радиопередачам, компьютерным играм, судебным презентациям и медицинским иллюстрациям, тогда как в случае с Blender существует механизм рендеринга с трассировкой лучей, известный как Cycles. Cycles создает изображение методом трассировки лучей с упором на интерактивность и простоту использования. Он обеспечивает более реалистичное освещение, поскольку отслеживает путь света в виде пикселей изображения и, таким образом, стимулирует его воздействие на другие объекты.

2. 3D Max имеет инструмент диалога редактора материалов, где пользователи могут создавать и редактировать материалы, карты в сценах. Они используются для наложения креативных текстур, имитирующих отражений, преломлений и других эффектов, необходимых для назначения материалов объектам, в то время как Blender имеет свои функции VFX типа программного обеспечения, которое включает в себя композитор, в котором пользователи могут получать доступ к нескольким узлам так, как они создают эффекты камеры, цветовой гаммы. Также можно рендерить файлы OpenEXR, которые представляют собой файлы изображений высокой четкости, используемые в таких фильмах, как Люди в черном и Harry Potter.

3. Программное обеспечение Autodesk использует несколько контроллеров анимации. Значения ключей анимации и процедурные настройки анимации сохраняются программным обеспечением. Он работает, связывая все объекты вместе, в то время как в случае с Blender циклы используются для обеспечения производительности рендеринга, при котором используется графическая карта, а не процессор (известный как рендеринг с помощью графического процессора), тем самым ускоряя процесс, позволяя использовать несколько чисел.

УДК 004.42

**РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБСАЙТА  
«ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ» В ОРГАНИЗАЦИИ  
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТОВ БНТУ**

*Вансович Д. И., Кондратьева Н. А.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Информатизация образования, развитие современного учебного процесса на основе внедрения информационных технологий, методов интерактивного обучения и новых направлений самостоятельной работы студентов, внедрение компетентностного подхода направлены на решение задачи подготовки специалистов в соответствии с требованиями образовательных стандартов нового поколения. Современная система обучения в техническом университете направлена на повышение качества подготовки специалистов с использованием информационных технологий путем достижения ритмичной работы студентов в семестре и объективной оценки успехов учебной деятельности. Этот подход возможно реализовать с помощью одного из инструментов – электронного журнала.

Актуальность разработки и применения электронного журнала в техническом университете определяется многими факторами. Так, например, журнал дает возможность преподавателям, студентам и всем заинтересованным лицам практически непрерывно отслеживать персональную и групповую динамику посещаемости учебных занятий студентами за счет ее размещения на учебном портале.

На первом этапе создания «Электронного журнала» была разработана система авторизаций старост, администрации университета и деканатов факультетов. Далее, решена задача связи электронного журнала с базой данных студентов БНТУ, для прохождения персональной авторизации с помощью студенческого билета. Администрация и деканаты, в свою оче-

редь, прошли авторизацию с помощью специально добавленных администратором логинов и паролей. К электронному журналу так же была добавлена система авторизации родителей обучающихся. Разработана система предметов, которая имеет возможность связываться с системой пропусков занятий студентами. Система предметов имеет функционал их добавления, редактирования, а также удаления для администрации и деканата.

На странице общей информации о группе можно просмотреть список студентов группы, быстро узнать их контакты и просмотреть таблицу посещаемости конкретного студента, так и всей группы в целом. Имеется возможность обновить список в электронном журнале в случаях добавления или удаления студентов в группе. При выборе предмета пользователь видит страницу предмета, где отображены таблицы посещаемости студентов. В таблицах просматривается дата, тема занятия, пропуск и причина пропуска. Внизу таблицы предусмотрен подсчет пропусков, а также кнопки для изменения и обращения к администрации с просьбой исправить ошибку в заполнении.

Администрация и супервайзеры факультетов наделены большими полномочиями, чем старосты групп. В электронном журнале предусмотрены страницы с таблицами персональной посещаемости студентов, определенной группы и всеми группами факультета.

Электронный журнал доступен с любого мобильного устройства. Программа написана в редакторе кода Visual Studio Code, серверная часть реализована на программной платформе nodejs, вебсайт – html, css, javascript. Зайдя в браузер и прописав в адресной строке days.bntu.by можно попасть на сайт журнала. Во втором семестре 2020–2021 учебного года работникам деканатов и старостам учебных групп БНТУ был предоставлен доступ к пользованию программной разработкой «Электронный журнал».

УДК 371.3

## **ПРИМЕНЕНИЕ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ ЧАСТИЧНО-ПОИСКОВОГО МЕТОДА**

*Василевская В. А., Гурская Д. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Методы обучения – это способы совместной деятельности учителя и учащихся, направленные на достижение ими образовательных целей.

В структуре метода обучения выделяют целевую составляющую, деятельную составляющую и средства обучения. Методы обучения выполняют важные функции процесса обучения: мотивационную, организующую, обучающую, развивающую и воспитывающую. Эти функции взаимосвязаны. Выбор метода обучения определяется следующими факторами: дидактическими целями; содержанием обучения; уровнем развития учащихся и сформированности учебных навыков; опытом и уровнем подготовки учителя.

Изучение информатики имеет определенные преимущества по сравнению с другими дисциплинами с точки зрения возможностей формирования личностных качеств учащихся по целому ряду причин:

- 1) информатика носит метапредметный характер и при выполнении учебных заданий, особенно проектного типа в области компьютерного моделирования, требует привлечения знаний из других предметных областей;
- 2) существующая в настоящее время высокая мотивация учащихся к изучению информатики и дальнейшему выбору профессии в этой области;
- 3) высокая динамичность предметной области информатики и ИКТ, стимулирующая к выработке навыков самообучения;

4) доступность предмета учебной деятельности (компьютеров, программного обеспечения), адекватного предмету производственной деятельности;

5) возможность создавать практически значимые продукты в процессе учебной деятельности.

В педагогической науке разработаны различные классификации методов обучения. По степени самостоятельности и активности мышления учащихся выделяют две группы методов обучения – репродуктивные и продуктивные.

Репродуктивный метод на основе принципа «Делай как я!» успешно реализуется при обучении основам алгоритмизации и программирования, использованию функционального наполнения программных средств.

Методы продуктивного обучения. К ним относят: проблемное изложение, частично-поисковый (эвристический), исследовательский, метод ошибок, метод проектов и др. Особенностью продуктивных методов является наличие учебной проблемы как поисковой задачи, для решения которой учащемуся необходимы новые знания для получения нового образовательного продукта (креативного результата).

Как известно, проблемное обучение может быть реализовано тремя путями: проблемным изложением материала, использованием частично-поискового и исследовательского методов. Применение каждого из них способствует активизации познавательной деятельности учащихся, развитию у них творческого мышления.

В ходе почти каждого урока информатики, имеется возможность обращаться к частично-поисковому методу. Цель этого метода – постепенное приближение учащихся к самостоятельному решению проблем.

Частично-поисковый метод предполагает выполнение учащимися отдельных шагов решения поставленной учебной проблемы, отдельных этапов исследования путем самостоятельного активного поиска. При этом подключать учеников к поиску можно на разных этапах урока, используя различные методические приемы.

Понимая огромную роль гипотезы в научных исследованиях, мы часто недооцениваем значение и место ученических гипотез при обучении. Между тем необходимо делать предположение, обосновывать свои высказывания делает учащегося активным участником процесса познания, а, следовательно, знания его становятся более глубокими и прочными.

Если при традиционной форме построения урока привлечь учеников к высказыванию гипотез удастся не всегда, то при проблемном обучении обращение к этому приему вполне естественно. Так как само создание проблемных ситуаций и постановка учебной проблемы стимулируют учащегося к ответственному поиску, к выдвижению предположений, догадок.

Методика проведения урока при этом может быть различной. Например, после постановки учебной проблемы ученикам предлагается дать свое решение и тут же экспериментально проверить его правильность. Так поступать целесообразно тогда, когда учащиеся имеют некоторые представления об изучаемом вопросе.

Проведение уроков с использованием частично-поискового метода требует определенного педагогического мастерства. Учитель должен в случае необходимости сообщить учащимся неизвестные им данные, умело подвести ребят к обоснованию гипотез. Отнюдь не всегда следует поощрять “интуицию” учеников. Иногда нужно показать, что несостоятельность высказанной гипотезы основывается на незнании учебного материала, подчас следует поощрить одного ученика, направить ход мыслей другого. И, наконец, необходимо отметить, что при выборе того или иного метода обучения необходим предварительный анализ знаний учащихся и учет конкретной педагогической ситуации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Общедидактические методы обучения информатике [Электронный ресурс] // Copyright DanK – 2013. – Режим до-

ступа: <https://www.sites.google.com/site/methteachinfo/lec/lec-9>. – Дата доступа: 20.10.2021.

2. Применение в обучении частично-поискового метода [Электронный ресурс] // [psihdocs.ru](https://psihdocs.ru). – 2019. – Режим доступа: <https://psihdocs.ru/aktivizaciya-poznavatelenoj-deyatelenosti-uchashihsya-na-uroka-v2.html?page=2>. – Дата доступа: 20.10.2021.

3. Формы и методы обучения информатике [Электронный ресурс] // Инфоурок – 2018. – Режим доступа: <https://infourok.ru/formi-i-metodi-obucheniya-informatike-2781380.html>. – Дата доступа: 19.10.2021.

УДК 004

## **СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ**

*Василевская В. А., Гурская Д. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Астанчик Н. И.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Сетевая модель данных – это логическая модель данных, представляющая данные сетевыми структурами типов записей и связанные отношениями мощности один-к-одному или один-ко-многим.

Сетевые базы данных основываются на математике графов, точнее, сетевую модель данных можно представить в виде ориентированного графа. Направленный граф состоит из узлов и ребер. Узлы направленного графа – это объекты сетевой базы данных, а ребра такого графа показывают связи между объектами сетевой модели данных, причем ребра показывают не только саму связь, но и тип связи (связь один к одному или связь один ко многим).

Сетевая модель имеет более простую структуру, нежели реляционная модель. Структура сетевых баз данных состоит

из четырех компонентов, то есть в сетевой модели используют четыре типа структур данных, два из которых являются главными и два вспомогательными. Главные типы структур сетевых данных – это запись и набор. Вспомогательные типы структур сетевой модели данных, которые употребляются для построения главных структур – это элемент данных и агрегат данных (рисунок 1).



Рисунок 1– Пример сетевой базы данных

Элемент данных – это наименьшая информационная именованная единица данных, доступная пользователю, если провести аналогию с файловой системой, то это поле в файловой системе, если проводит аналогию с реляционной базой данных, то элемент данных – один столбец таблицы реляционной БД.

Агрегат данных – именованная совокупность элементов или других агрегатов данных. Разница между элементом и агрегатом может быть проиллюстрирована следующим примером. Пусть в базу данных вносятся адреса. Если разработчик рассматривает адрес как единое целое (и соответствующим образом проектирует базу данных), то адрес – это элемент данных. Если же необходимо разделить адрес на части («страна» – «город» – «улица» – «номер дома» – «номер квартиры»), то адрес уже будет выступать как агрегат, состоящий из соответствующих элементов. При этом пользователь может запросить из базы данных как отдельно город или номер дома, так и адрес целиком, так как агрегат – это тоже именованный объект.

Запись в сетевой модели данных – это конечный уровень обобщения данных, что-то наподобие таблицы в реляционной

базе данных. Каждая запись в сетевой базе данных должна обладать или содержать в себе, как минимум один именованный элемент данных, если элементов внутри записи более одного, то каждый элемент данных должен обладать уникальным форматом.

Набор в сетевой модели является иерархическим отношением между двумя типами записей, т. е. экземпляр подчиненной записи не может быть участником двух экземпляров набора одного типа. В сетевой модели один и тот же тип записи может участвовать в нескольких наборах. В частности, для любых двух типов записей может быть задано любое количество наборов, которые их связывают. Наличие подобных возможностей позволяет моделировать отношение объектов типа «многие-ко-многим», что выгодно отличает сетевую модель данных от иерархической.

Сетевая модель данных – это именованная совокупность экземпляров записей различного типа и экземпляров наборов, хранящих в себе типы связей между записями. Проще говоря, это все записи и все связи между записями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сетевая база данных. Сетевая модель данных [Электронный ресурс] // ZаметkiNaPolyah.ru – 2013. – Режим доступа: <https://zametkinapolyah.ru/zametki-o-mysql/setevaya-baza-dannyh-setevaya-model-dannyh.html> – Дата доступа: 21.10.2021.

2. Сетевая модель данных [Электронный ресурс] // Студми – 2016. – Режим доступа: [https://studme.org/93788/informatika/setevaya\\_model\\_dannyh](https://studme.org/93788/informatika/setevaya_model_dannyh).

3. Сетевая модель баз данных [Электронный ресурс] // Колпакова Е. В. – 2017. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017031184> – Дата доступа: 19.10.2021.

## **СИСТЕМНОЕ ВРЕМЯ КОМПЬЮТЕРА**

*Василевская В. А., Гурская Д. А.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Дробыш А. А.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Системное время – это текущая дата и время суток. Система сохраняет время, чтобы ваши приложения имели доступ к точному времени.

Для начала следует сказать, что в компьютере есть разные часы. Есть аппаратные (которые идут всегда) и программные (которые работают только когда компьютер включен). Для того, чтобы аппаратные часы работали даже при отключенном питании, в компьютере имеется небольшая батарейка (CMOS Battery). Таким образом, при включении система компьютера берет время из этих часов, после чего уже может сама отсчитывать время. Если вы изменяете время системы, она сразу корректирует и время аппаратное. Заметим, что аппаратные часы хранят локальное время, а не по Гринвичу.

У старого компьютера такая батарейка может садиться, и, чтобы избежать отставания часов, необходимо ее заменить.

В настоящее время компьютеры даже при первом запуске уже показывают правильное время. Это происходит потому, что современные операционные системы могут синхронизировать часы со специализированными серверами по интернету. От вас требуется лишь указать часовой пояс или разрешить определение местоположения.

В большинстве случаев устройства используют протокол NTP для синхронизации даты и времени. NTP – это специально разработанный протокол, который способен учитывать задержки на передачу информации. В последней реализации, точность при работе через интернет составляет 10 мс, а в локальных сетях всего 0,2 мс. С другой стороны, смартфоны чаще всего по-

лагаются на данные, полученные от операторов мобильной связи. Так, отпадает необходимость вручную устанавливать часовой пояс, хотя сами операторы все равно используют NTP для синхронизации и получения информации о времени.

Все современные устройства оснащены внутренними часами и элементом питания для поддержания их работы. Именно поэтому даже выключив компьютер и отключив интернет, в системе сохраняется информация о времени. Возможно вы сталкивались с проблемой, когда при каждом включении выдается ошибка о нарушении настроек BIOS и о том, что необходимо заново установить время. Такая ситуация происходит в тех случаях, когда батарейка просто села и уже не может поддерживать работу системных часов и сохранение настроек UEFI/BIOS.

Любой компьютер имеет встроенные часы. В обычном компьютере имеется 2 реализации часов: часы реального времени (Real Time Clock – RTC, CMOS clock, hardware clock); системные часы (system clock, software clock).

Часы реального времени представляют собой отдельную микросхему, питающуюся от литиевой батарейки (от нее питается также CMOS, хранящий настройки BIOS), и работают независимо от того, включен компьютер или нет. Физически RTC состоят из тактового генератора (кварц) и запоминающего устройства (микросхемы, участка памяти) куда периодически записываются значения времени.

Большинство RTC использует кварцевый резонатор, но некоторые используют частоту питающей сети.

Узлу(компьютеру) удобнее отсчитывать время в промежутках (секундах, которые формируются из тактов, генерируемых кварцем и измеряемых в герцах). Стабильность частоты типичного кварцевого генератора невелика, к тому же базовая частота меняется от кристалла к кристаллу (что может приводить к уходу системных часов на 40 секунд в день). В большинстве случаев используется кварцевый резонатор на частоте 32 768 Гц. Та же частота используется в кварцевых часах.

Такая частота обеспечивает 215 циклов в секунду, что очень удобно для простых двоичных счетчиков.

За работу системных часов отвечает операционная система. И здесь мы сталкиваемся с первой проблемой – во время работы системы она выполняет множество задач. В результате чего, при сильной загрузке процессора операционная система просто не успевает точно вести часы. Часы начинают отставать. Именно поэтому необходима синхронизация времени и согласование RTC и SYS.

Согласование хода аппаратных и системных часов увеличивает точность хода, но недостаточно для некоторых задач. Системные часы серверов должны быть согласованы (синхронизированы) между собой с большой точностью (при небольшой загрузке – доли секунды), иначе невозможно отслеживать последовательность событий, разбирать журналы сообщений и т. д. Чем больше плотность событий (загрузка сервера), тем более точной должна быть синхронизация. При синхронизации обычно используется система времени UTC.

ОС при загрузке считывает текущее время из RTC, после чего ведет свой счетчик времени (системные часы) самостоятельно основываясь на подсчете количества специальных регулярных прерываний, обычно 100 Гц (1024 Гц). Системное время обслуживается ядром ОС. Системное время выражается в числе секунд после 1 Января 1601 (Windows). Эти даты называются началом Эры. Эра это базовая дата, от которой ведется отсчет времени узлом. RTC может использовать свою базовую дату, установленную производителем BIOS или производителем самой платы.

Чтение и запись RTC, согласование RTC и системного времени осуществляются как BIOS, так и ОС. Учитывая частоту обновления счетчика «тиков» времени RTC имеют точность в районе 1 секунды, а системные часы могут иметь точность до 1 мс. Таким образом, показания этих часов могут и будут отличаться друг от друга (и от реального времени).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виртуальное время. Часть 1: источники времени в компьютере [Электронный ресурс] // Atakua. – 2015. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/intel/blog/260113/>. – Дата доступа: 19.10.2021.

2. Как храниться время windows [Электронный ресурс] // meshok-sovetov.ru. – 2021. – Режим доступа: <https://meshok-sovetov.ru/kak-hranitsya-vremya-windows/>. – Дата доступа: 22.10.2021.

3. Системные часы [Электронные часы] // Симонович С. В. – 2020. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Системные\\_часы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Системные_часы). – Дата доступа: 20.10.2021.

УДК 371.3

### **СРЕДСТВА ФОТОРЕАЛИСТИЧНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ОБУЧЕНИИ**

*Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Современное образование ориентировано на приоритетное развитие творческих качеств студентов, развитие которых, по мнению многих специалистов, возможно в графической среде.

По результатам исследований в технических вузах, более половины студентов имеют аналитические способности, используют мыслительную стратегию (аналитичность, вербальность), но при решении заданий по архитектурным, строительным и графическим дисциплинам более продуктивной является зрительно-пространственная.

Значительная часть студентов технического вуза основной причиной затруднений своего обучения считает сложность учебных пособий при недостаточной степени их наглядности. Это выдвигает на передний план поиск путей решения проблемы повышения наглядности учебного материала.

Развитие информационного общества позволило внести изменения в методику преподавания и существенно дополнить традиционные учебные материалы, за счет использования трехмерной графики.

Трехмерная графика – область знаний, которая получила безграничные возможности благодаря непрерывному развитию информационных технологий, совершенствованию аппаратного обеспечения электронных вычислительных систем, росту производительности компьютерной техники.

С одной стороны, графические программы применяются преподавателями при объяснении учебного материала, что существенно повышает его наглядность.

С другой стороны, программы используются студентами в качестве инструмента при выполнении заданий, в том числе средствами 3D-моделирования. Хочется подчеркнуть особую роль 3D-моделирования для формирования пространственных представлений и осмысления наиболее сложных задач. Средства 3D-графики применяются для повышения наглядности, например, дополняя алгоритмы начертательной геометрии и 2D-построения.

Актуальной задачей компьютерной графики является получение реалистичных изображений, которые активно пользуются спросом в промышленности, в образовании, игровой индустрии и кино.

Фотореалистичное изображение характеризуется такими эффектами, как мягкие тени, полутени, каустика, динамическое размытие, глубина резкости, нечеткие отражения, блеск, полупрозрачность.

Поиск решения проблемы синтеза фотореалистичных изображений привел к разработке различных алгоритмов расчета освещения сцены.

Среди существующих подходов фотореалистичной визуализации, трассировка лучей является «ядром» большинства моделей визуализации, т. к. методы трассировки лучей являются наиболее точными, поскольку основаны на физической модели распространении света.

Технология помогает специалистам этой сферы задолго до физического воплощения понять, как будут смотреться

В группах, где применяются трехмерная графика для предоставления информации, студентами в процессе выполнения заданий и преподавателями при чтении лекций, отмечается повышенный интерес студентов к изучаемым предметам, улучшение успеваемости и стремление к самостоятельному расширению знаний в области графических дисциплин по сравнению с группами, обучаемыми по традиционной методике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Средства фотореалистичной визуализации и их реализация на параллельных компьютерных системах [Электронный ресурс] // [masters.donntu.org](https://masters.donntu.org). – 2014. – Режим доступа: <https://masters.donntu.org/2013/fknt/kalamitra/diss/index.htm#p5>. – Дата доступа: 24.09.2021.

2. DirectX Raytracing: трассировка лучей в реальном времени [Электронный ресурс] // [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com) – 2018. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/3dv/directx-raytracing.html#n2>. – Дата доступа: 24.09.2021.

## **ОСОБЕННОСТИ ЛОГИЧЕСКИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР**

*Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Дробыш А. А.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Все, кто имеет дело с компьютером, так или иначе сталкивались с компьютерными играми, и подавляющее большинство может сходу назвать несколько игр, которые им особенно понравились. В настоящее время игры являются неотъемлемой частью жизни подростков, в том числе и логические. Логические игры используются для развития и развлечения детей. Игры набирают все большую популярность.

Те, кто уже совсем наигрался, почти наигрался или еще не наигрался, но в процессе общения с компьютером уже начал совмещать игры с чем-нибудь более полезным, возможно, хотели бы придумать какие-нибудь свои, не похожие ни на какие другие игры. В частности, существуют целые компании, основной целью которых является разработка логических игр.

Многое захватывает в таком творчестве. И не сам процесс игры, а разработка игровой вселенной, ее проектирование и реализация. Когда можно слить воедино сценарий, графику, музыку, искусно задуманный и умело запрограммированный алгоритм – создать единый фантастический мир, живущий по законам, которые ты же для него и придумал.

Поэтому разработка логических игр является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Одно из заблуждений у начинающих программистов – это то, что в программировании много математики в чистом виде. На самом деле, в программировании это встречается довольно редко. Логика, напротив, очень много. Необходимость думать

наперед, понимать, в каком порядке выполнять действия и как контролировать этот поток, пронизывает все аспекты программирования. Главным для программиста является то, что математика развивает логическое мышление, которое является неотъемлемым компонентом.

Даже самые сложные задачи программирования имеют логическое решение. Поэтому в первую очередь, хороший разработчик должен обладать аналитическим складом ума. Это поможет ему в понимании логики работы условий и при построении алгоритмов.

Логические игры, как один из способов развития логического мышления, является хорошим и наиболее эффективным упражнением. Логические игры – игры, непосредственно связанные с решением различных логических задач. Примерами таких игр являются головоломка «6 лягушек», игры «Пятнашки» и «Поймай кота», головоломка «Квадрат», Судоку и многие другие.

Наиболее широко такие игры применяются в педагогике для обучения. Логическое мышление в таких играх развивается путем разгадывания анаграмм, решением специальных логических задач, составлением кроссвордов и головоломок.

Для многих людей решение подобных задач стало привычным досугом, который к тому же развивает мышление, а не является пустым времяпровождением.

Разработчик логических игр должен обладать алгоритмическим и логическим мышлением. Логическое мышление необходимо при принятии решений в конкретной ситуации, когда требуется анализ ранее полученных знаний.

Логические игры способствуют развитию нестандартного мышления, внимания и памяти. Игры надо воспринимать как психологическую модель развития интеллектуальных способностей человека, и прежде всего, как развитие внимания, которое всегда находится в эпицентре мыслительной деятельности. Интеллектуальная игра развивает воображение – главный

компонент творческого мышления, воспитывает способность сомневаться в очевидном, и учит искать альтернативные пути решения задачи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности программирования логических игр средствами языка СИ [Электронный ресурс] // moluch.ru – 2018. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/205/50155/>. – Дата доступа: 21.10.2021.

2. Логические игры [Электронный ресурс] // 4brain.ru – 2018. – Режим доступа: <https://4brain.ru/logika/igri.php>. – Дата доступа: 21.10.2021.

УДК 371.3

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОКСЕЛЬНОЙ ГРАФИКИ**

*Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Астанчик Н. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

В растровой графике изображение формируется с помощью всего трех параметров пикселя – его координаты по оси X, координаты по оси Y и его цвет. Векторная визуализация оперирует исключительно строками программного кода, которые описывают тот или иной графический объект. 3D – это нечто среднее между вектором и растром, поскольку на трехмерные объекты, которые описаны в коде, накладывается растровая текстура. В трехмерной графике, помимо полигонов, образующих поверхность моделируемых объектов, существуют и другие подходы к созданию моделей. Один из них – это Voxel, или, так называемая, воксельная графика.

Как бы странно это не звучало, воксельная графика – это обычный растр в трехмерном пространстве, только к стандартным для растра параметрам цвета и координатам осей X и Y здесь прибавляют еще и ось Z, то есть глубину. Так же как и пиксель в 2D графике был той минимальной единицей из массы которых строилось изображение, воксель – это самая мелкая единица объемного изображения. У воксельной графики есть некоторые недостатки. Это ее негибкость и повышенные требования к аппаратным мощностям при попытке создать что-то относительно реалистичное. Тем не менее, сильные стороны у вокселей тоже имеются.

Если говорить про компьютерные игры, то главное достоинство воксельной технологии – это ее податливость к точечным изменениям. Так как воксель сам по себе является, условно говоря, тем кирпичиком, из которого строится некоторый объемный объект, то изъять этот элемент из общей массы будет гораздо проще, чем пытаться деформировать цельный 3D объект. В свое время воксели помогли игровой индустрии совершить переход от плоскости к объему, когда, казалось бы, это было невозможно. Многие игровые движки точно задействуют воксели в некоторых задачах, а наиболее темпераментные геймдизайнеры создают новые концепты, отталкиваясь от возможностей воксельной графики.

Воксельный подход достаточно эффективен, поскольку он не тратит ресурсов или пропускной способности на плосжимаемые компоненты векторов или векторных представлений данных, то есть значений, имеющих почти случайное расположение. В случае вокселей в основном можно кодировать полезную информацию (цвет, информацию о материале и т. д.), а не излишние данные, просто располагая эту информацию в нужном месте пространства. Можно сравнить это с JPEG и каким-нибудь двумерным векторным форматом, кодирующими большое и сложное изображение. Данный подход позволит обычным людям дать волю своему

творческому таланту без необходимости изучать и понимать внутреннюю технологию и ее ограничения. Навыков, которые мы получили, взрослея в реальном мире, будет достаточно для взаимодействий с виртуальными средами полезным и реалистичным образом.

В заключении хотелось бы сказать, воксельная графика – это мощный инструмент в руках талантливого художника. Поэтому данная технология имеет все шансы стать новой прорывной технологией.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Станут ли воксели новой прорывной технологией? [Электронный ресурс] // [habr.com](https://habr.com/ru/post/371751/) – 2018. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/371751/>. – Дата доступа: 15.10.2021.

2. 2.5D: Что такое воксельная графика? [Электронный ресурс] // [pikabu.ru](https://pikabu.ru/story/25d_что_такое_vokselnaya_grafika_6024566) – 2018. – Режим доступа: [https://pikabu.ru/story/25d\\_что\\_такое\\_vokselnaya\\_grafika\\_6024566](https://pikabu.ru/story/25d_что_такое_vokselnaya_grafika_6024566). – Дата доступа: 15.10.2021.

УДК 372

### **КАРТОТЕКА ЛОГИЧЕСКИХ ИГР НА РАЗВИТИЕ СЛОВАРНОГО ЗАПАСА**

*Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Дробыш А. А.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Игра «Виселица» – это игра, которая развивает внимание, логику, память и интуицию, может использоваться как вспомогательный элемент, способствующий развитию словарного запаса у игрока. А если играть в эту игру на языке, который в

данный момент изучается, то способствует более быстрому запоминанию новых слов и их правописания.

История игры берет свое начало еще в 17–18 веке. В Европе преступники, приговоренные к смертной казни через повешение, могли требовать «Обряда Слов и жизни».

В «Обряде слов и жизни» преступник, подлежащий повешению, был подвешен на подставке с 5 ножками, и была показана доска с серией коротких веревок, представляющих слово. Палач выбирал слово и углем отмечал правильно угаданные буквы на черточках доски, а неправильные буквы – сбоку. При каждом неверном предположении палач использовал бы кувалду или топор, чтобы отбить одну ножку подставки. 5 неверных догадок, и преступник был повешен. Если бы все буквы в слове были угаданы правильно, осужденный был бы освобожден от своего приговора и не был бы повторно осужден за это же преступление.

Существует огромное множество игр похожего характера, рассмотрим некоторые из них.

«4 картинки и 1 слово» суть игры в том, что игроку необходимо найти то, чем связаны представленные его вниманию 4 картинки и суметь описать эту связь, одним словом. Это слово должно состоять из заданного количества букв, которых может быть больше, чем само слово, и подходить по количеству клеточек, в которые и нужно записать слово. Связь между картинками может выражаться как угодно, начиная от одинакового фона картинок и заканчивая областью применения предметов, изображенных на них.

Игра «Города» – игра для нескольких (двух или более) человек, в которой каждый участник в свою очередь называет реально существующий город любой страны, название которого начинается на ту букву, которой оканчивается название предыдущего города.

Существуют исключения – составляют названия, оканчивающиеся на твердый и мягкий знаки, а также буквы «Ь» и

«Й»: в таких случаях участник называет город на предпоследнюю букву. При этом ранее названные города нельзя употреблять снова. Игра оканчивается, когда очередной участник не может назвать нового города.

В случае игры 3-х и более человек, если один из участников не вспоминает город, то он выбывает, и продолжается игра между остальными игроками, пока не будет выявлен победитель. Или же в более редких разновидностях правил, кто первый не назвал города, тот объявляется проигравшим, а остальные победителями.

Далее рассмотрим игру «Двойняшки» – головоломка преобразования слов. Правила игры довольно просты. Первоначально выбирается одно слово, обычно не длиннее 5 букв. Цель состоит в том, чтобы преобразовать первое слово в иное слово, формируя последовательные слова одинаковой длины, изменяя только одну букву. Например, рука – мука – мура, выигрывает тот, у кого получится более длинная цепочка из слов.

Так же в пример можно привести игры: «спрятанное слово», «Три истории», «Синонимы» и многие другие.

Все эти игры объединяет их направленность на развитие словарного запаса, логики, памяти. В них могут играть как дети, так и взрослые, разнообразив свое времяпрепровождение. Для того чтобы сыграть в некоторые игры нет необходимости в каких-либо дополнительных средствах, ручки, листка бумаги. Существует много интерпретаций выше перечисленных игр, каждый сможет найти игру, отвечающую его личным требованиям, есть возможность выбрать тему игры ее оформление.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт «Quora» [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.quora.com/What-is-the-origin-of-the-game-hangman>. – Дата доступа: 27.10.2021.

2. Сайт «Большой вопрос» [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bolshoyvopros.ru/questions/261333-kakie-pravila-v-igre-4-foto-1-slovo.html>. – Дата доступа: 27.10.2021.

3. Сайт «Википедия» [электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0\\_\(%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B0\)#%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0\\_%D0%B8%D0%B3%D1%80%D1%8B\\_%D0%B8\\_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0_(%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B0)#%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D0%B8%D0%B3%D1%80%D1%8B_%D0%B8_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F). – Дата доступа: 27.10.2021.

4. Сайт «LOGICVILLE» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://logicville.com/doublets.htm>. – Дата доступа : 27.10.2021.

5. Сайт «ZIMA MAGAZINE» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zimamagazine.com/2018/08/7-prostyh-jazykovyh-igr-deti/>. – Дата доступа: 27.10.2021.

УДК 004

## **ВЫБОР SQL-БАЗЫ**

*Гурская Д. А., Василевская В. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Астанчик Н. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

В мире технологий баз данных (БД) существует два основных направления: SQL (реляционные) и NoSQL (нереляционные) БД. Основные различия между данными БД – это внутреннее устройство, поддерживаемые типы данных и способы хранения информации в них.

Внутреннее устройство различных систем управления БД влияет на особенности работы с ними (реляционные базы хуже поддаются масштабированию).

Реляционные БД хранят структурированные данные, которые обычно представляют объекты реального мира, сгруппированные в таблицах, формат которых задан на этапе проектирования хранилища.

Нереляционные БД устроены иначе. То, что в реляционной БД будет разбито на несколько взаимосвязанных таблиц, в нереляционной может храниться в виде целостной сущности.

Хотя NoSQL-базы (MongoDB, CouchDB, Cassandra, HBase) стали популярными благодаря быстрдействию и хорошей масштабируемости, в некоторых ситуациях предпочтительными могут стать SQL-хранилища.

Две причины для выбора SQL-базы:

1) необходимость соответствия БД требованиям ACID (атомарность, непротиворечивость, изолированность, долговечность). Это позволяет уменьшить вероятность неожиданного поведения системы и обеспечить целостность БД.

Достигается подобное путем жесткого определения того, как именно транзакции взаимодействуют с БД. Это отличается от подхода, используемого в NoSQL-базах, которые ставят во главу угла гибкость и скорость, а не 100 % целостность данных.

2) данные, с которыми производится работа, структурированы, при этом структура не подвержена частым изменениям.

Занимаясь поиском системы управления БД, можно выбрать одну технологию, а позже, уточнив требования, переключиться на что-то другое. Однако, разумное планирование позволит сэкономить немало времени и средств.

Признаки проектов, для которых подойдут SQL-базы:

1) имеются логические требования к данным, определенные заранее;

2) очень важна целостность данных;

3) нужна хорошо зарекомендовавшая себя технология, используя которую можно рассчитывать на большой опыт разработчиков и техническую поддержку.

Свойства проектов, для которых подойдут NoSQL-базы:

- 1) требования к данным нечеткие, неопределенные, или устанавливающиеся с развитием проекта;
- 2) цель проекта может корректироваться со временем, при этом важна возможность немедленного начала разработки;
- 3) одни из основных требований к БД – скорость обработки данных и масштабируемость.

В современном мире нет противостояния между реляционными и нереляционными БД, а даже наоборот стоит говорить об их совместном использовании для решения задач, на которых та или иная технология показывает себя лучше всего.

## ЛИТЕРАТУРА

1. NoSQL Distilled: краткое руководство по развивающемуся миру стойкости полиглотов / Эддисон-Уэсли Образовательные Издатели. – Инк. – 2009.

2. Бушик, С. Независимое от производителя сравнение баз данных NoSQL: Cassandra, HBase, MongoDB, Riak/ С. Бушик. – NetworkWorld – 2012.

УДК 371.3

## **МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ**

*Гурская Д. А., Василевская В. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Визуализация данных находит применение в самых разных сферах человеческой деятельности. Для примера назовем медицину (компьютерная томография), научные исследования, моделирование тканей и одежды и опытно-конструкторские

разработки. Знания, умения и навыки по компьютерной графике можно получить через практику. Поэтому методику преподавания компьютерной графики лучше основывать на деятельностном подходе. При этом на занятиях идет процесс взаимодействия преподавателя и студента.

На данный момент педагогический поиск обращен в сферу разработки обучающих приемов, в которых органично сочетается основа художественного восприятия с постижением учащимися технических разделов создания компьютерных изображений.

Применение деятельностного подхода в компьютерной графике базируется на общих положениях методики преподавания деятельности любого вида по С. В. Анофриковой.

Методику преподавания компьютерной графики на основе компетентностного подхода изучил также и А. Н. Костиков. Он провел анализ компонентов дидактической системы, характерной для традиционного учебного процесса, выделил компоненты дидактической системы обучения, раскрыл содержание этих компонент и выявил существенные характеристики компетентностного подхода.

Творческая деятельность студентов условно проходит по ступеням (этапам) решения педагогических задач. На начальном этапе начинаем изучать возможности компьютерной графики пользуясь при этом задачами-упражнениями. Под задачами-упражнениями мы понимаем ряд упражнений, имеющих одно единое задание для всех, которое выполняется с помощью 2–3 действий.

Цель задач-упражнений: ознакомить студентов с новыми знаниями и умениями работы с инструментами и эффектами в компьютерной графике, следуя подробным инструкциям.

На формирующем этапе студенты выполняют задачи-упражнения более высокого(сложного) уровня и лабораторные работы. Цель задач-упражнений на этом этапе: развить умения работы с инструментами и эффектами в компьютер-

ной графике, следуя инструкциям, которые нужно дополнять по собственному усмотрению.

Цель лабораторных работ – это выдвижение собственных идей в виде композиций, фотоколлажей, анимированных роликов, проектов на определенную тему, оформленных в программах Adobe Photoshop, Corel Draw, 3 DS Max.

Главная особенность лабораторных работ заключается в содействии личностного роста и развития творческих способностей студентов, а также виртуальное моделирование физических процессов.

На данном этапе студенты формируют и развивают умения, навыки работы с компьютерной графикой в совместной деятельности студента и преподавателя. Такая работа представляет собой выполнение единых для всех заданий (задач-упражнений), несмотря на то, что впоследствии результаты могут быть разными.

На творческом этапе обучения студенты выполняют курсовые проекты, ориентированные на решение сложных педагогических задач (при выполнении курсового проекта, студент может использовать рисунки, выполненные на практических работах).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зеер, Э. Ф. Личностно-ориентированное профессиональное образование / Э. Ф. Зеер – Моногр. Екатеринбург: Издательство Урал, 1998. – 146 с.
2. Хуторский, А. В. Современная дидактика: учебное пособие. 2-е издание/ А. В.Хуторский – Высш. шк., 2007. – 639 с.

УДК 004

## **ТЕКСТОВЫЙ АНАЛИЗ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

*Гурская Д. А., Василевская В. А.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Дробыш А. А.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

На сегодняшний день в современном мире информационные технологии играют важную роль в жизни человека. Они присутствуют повсеместно, и даже в анализе текстов. Многие люди хоть раз в жизни после прочтения книги задумывались, сколько слов либо предложений находится в прочтенном тексте – это и есть самый простой анализ текста.

Анализ – метод научного исследования явлений и процессов, в основе которого лежит изучение составных частей, элементов изучаемой системы.

Аналитические методы широко распространены в социуме, поэтому термин «анализ» часто воспринимается как синоним исследования в целом и при решении познавательных задач. Анализ является составной частью любого научного исследования, образуя его первую стадию, когда исследователь выявляет в описании изучаемого объекта его строение, состав, свойства, признаки и т. п.

В современном обществе важным средством оформления, фиксации, сохранения, передачи и обмена информации являются документы.

Анализ документов – это метод сбора первичных данных, при котором документы используются в качестве главного источника информации.

Анализ текста – это процесс получения высококачественной информации из текста на естественном языке. Обычно для этого применяется статистическое обучение на основе шаблонов: входной текст разделяется с помощью шаблонов, затем производится обработка полученных данных.

Такой анализ осуществляет практически каждый человек не задумываясь, что он делает именно это. Например, любой читатель книги анализирует содержание, читая ее по частям. В общем случае всем, особенно трудоспособному населению, постоянно приходится работать с текстовыми и иными видами документов, явно или неявно анализируя их содержание и другие компоненты, например, качество, форму, размер и т. д.

Таким образом, важной задачей практически любых индивидов является нахождение нужных им документов, а также анализ их содержания на предмет подготовки различных документов. При этом нередко возникают ситуации, когда в течение незначительного периода времени необходимо подготовить некоторый материал.

Анализ текста использовался и продолжает использоваться для классификации текстов, содержащихся в них слов и словосочетаний, аннотирования и реферирования текстов, проведения семантически ориентированного поиска текстов по заданным концептам, определения авторского права претендента на соответствующий текст и т. п. Благодаря развитию информационных технологий анализировать текст стало гораздо проще.

Анализ текстовых файлов производился почти с момента создания ЭВМ, и естественно, за все время было создано множество приложений, выполняющих эту функцию. Большая часть таких приложений была усовершенствована и теперь входит в состав текстовых редакторов (MicrosoftWord, Excel и др.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коваль, С. А. Лингвистические проблемы компьютерной морфологии / С. А. Коваль. – СПб. – 2005.
2. Тузов, В. А. Компьютерная семантика русского языка / В. А. Тузов. – СПбГУ. – 2004. – 400 с.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПЕЧАТНОЙ РЕКЛАМНОЙ ПРОДУКЦИИ**

*Дорогокупец И. В., Степанова О. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Ражднова А. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Реклама – это форма коммуникации, осуществляемая с целью передачи информации о товарах, услугах или идеях о привлечении потребителей, создания спроса. Виды печатной рекламы: листовка; буклет; визитные карточки; плакаты; календари; брошюры.

С полиграфией мы встречаемся каждый день, обращая внимание на плакаты, листовки, визитки, буклеты, брошюры. Разные виды полиграфической продукции имеют свои достоинства и недостатки перед другими способами подачи рекламы. Разумеется, каждый способ хорош по-своему, но полиграфия в рекламе имеет свои преимущества: скорость производства; эффективность; разнообразие; удобство использования; экономичность.

Связи с развитием технологий печати, СМИ и маркетинга, стала преобладать рекламная функция листовки. Под листовкой понимают лист, обычно с односторонним расположением текстовой информации и иллюстраций, формата А4. Суть заключается в сообщении об акционных товарах, о времени проведения события.

Вторым по популярности распространения печатным рекламным материалом являются буклеты. Это листы с печатным материалом, сложенные определенным образом. Форма оформления зависит от содержания буклета. Подчеркнуто строгий стиль шрифта, лаконичный дизайн оформления текста. В результате получается компактный, но при этом информативный материал, который можно использовать для решения различных задач.

Визитные карточки появились почти два столетия назад и использовались впервые для оповещения о визите. На сегодняшний день это скорее документ, который вручают с целью экономии времени при знакомстве. Размеры бывают различными, но зачастую они соответствуют форме кредитной карты 5×9 см.

Одним из видов печатной рекламы является плакат. Основная функция плаката – способ передачи информации, когда более половины зрительного внимания падает не на текст, а на изображение.

Рекламный календарь относится к средствам печатной рекламной продукции. Календарь как рекламный носитель, в отличие от листовок, – самый функциональный. Мы смотрим на календарь ежедневно. Внимание бросается не только на календарную сетку, но и картинку, а также рекламную информацию – логотип, текст.

Брошюра – это один из самых распространенных видов рекламно-издательской продукции, позволяющая предоставить более развернутую информацию. Количество страниц в брошюре должно быть не менее 4-х. Дизайн брошюры включает в себя: красочность, корпоративный стиль, композиционное размещение информации, качество, шрифт.

Все виды печатной рекламы являются иллюстрированными изданиями и имеют свои особенности, которые имеет огромное значение не только для книжно-журнальной, деловой, газетной сферы, но и для маркетинга, так как является более доступным и распространенным средством маркетинга. Главная цель выпуска подобной продукции – это привлечение потенциальных клиентов и покупателей, рост продаж и вероятность сделать популярным свой бизнес.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Печатная реклама. Виды печатной рекламы [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://prodawez.ru/reclama/>

pechatnaya-reklama-vidy-pechatnoj-reklamy.html. – Дата доступа: 27.10.2021.

2. Виды эффективной рекламы [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://bukivedi.com/blog/vidy-effektivnoy-reklamy/> – Дата доступа: 27.10.2021.

3. Виды рекламной печатной продукции [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://mediaaid.ru/blog/design/vidy-reklamnoy-pechatnoy-produktsii/#baner>. – Дата доступа: 27.10.2021.

4. Виды и особенности применения печатных рекламных материалов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://konstanta-print.ru/news/vidy-i-osobennosti-primeneniya-pechatnykh-reklamnykh-materialov/>. – Дата доступа: 27.10.2021.

УДК 621.762.4

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБРАЗОВАНИИ**

*Животкевич Э. Ю.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А.Ю.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В современной литературе существуют дискуссионные понятия кибербезопасности и ее глобальной культуры, киберпространства и безопасного поведения в нем, защиты детей от негативной или вредной информации в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Кибербезопасность – состояние защищенности киберпространства, сложной среды, создаваемой совокупностью информации, информационной среды и информационного взаимодействия людей.

Информационная безопасность в образовании включает три составляющие: конфиденциальность – защита

чувствительной информации обучающихся и обучающихся от несанкционированного доступа; целостность – защита точности и полноты информации и программного обеспечения учебного процесса; доступность – обеспечение доступности информации для познавательного процесса, а также основных информационно-библиотечных и иных услуг для пользователя, несовершеннолетнего обучающегося в том числе, и в нужное для него время: в рамках учебного процесса в образовательной организации или вне ее для индивидуальной работы в домашних условиях.

Во многих странах дети и в особенности подростки часто сталкиваются с кибербуллингом – травлей жертвы через Интернет. Агрессоры действуют через все возможные каналы общения: социальные сети, форумы, чаты, мессенджеры, причиняя жертве серьезные душевные страдания, которые могут привести к психологической травме и/или к суициду.

Осуществлять травлю могут как знакомые жертвы (одноклассники, соседи, интернет-друзья и т. д.), так и совершенно посторонние люди. Так, увидев фотографию жертвы в ИТКС и пользуясь относительной анонимностью Интернета, агрессоры ради развлечения могут затравить ребенка, привлекая к участию в травле себе подобных в интернетсообществах.

Формы травли: нанесение оскорблений через личные сообщения, публикация провокационных материалов, распространение конфиденциальной информации о жертве. Цели: подростковое баловство, получение выгоды, доведение жертвы до самоубийства. Борьба с кибертравлей технически не так проста, поэтому и программный «Родительский контроль» не столь эффективен. При этом дети не способны справиться с агрессорами в одиночку, но зачастую не обращаются к взрослым за помощью, будучи запуганными угрозами, либо просто из-за отсутствия доверия к близким

людям. Отношения с родителями и педагогами играют важную роль в защите ребенка от кибербуллинга.

Педагоги и родители должны помнить об ответственности за безопасность ребенка, не перекладывая ее полностью на программные и технические средства защиты.

Важную роль играет воспитание, подготовка ребенка к информационным угрозам, ведь он никуда не денется от необходимости активного использования информационно-телекоммуникационных сетей.

Таким образом, одна из актуальных задач воспитания обучающихся, состоит в подготовке их к грамотному использованию компьютерных и сетевых технологий, в учебном процессе образовательной организации и вне ее стен, в домашних условиях и в общественных местах с доступом к информационно-телекоммуникационным сетям.

Поэтому сегодня и возникает еще большая потребность в том, чтобы обучающий обладал практическими навыками (новая роль педагога, учителя), зависящими от уровня его познаний, информационной культуры использования ИКТ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Международный стандарт ИСО/МЭК 27032: 2012 Руководящие указания по кибербезопасности «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Руководящие указания по кибербезопасности» (ISO/IEC 27032:2012 Information technology – Security techniques – Guidelines for cybersecurity).

2. Руководство по оценке ИКТ в образовании / Институт статистики Юнеско. – Монреаль, 2011. – 139 с.

УДК 621.762.4

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ ПРОГРАММИСТА И СПОСОБЫ ИХ РАЗВИТИЯ**

*Каминская И. В., Бабицкая Э. С.*

*Научный руководитель: Зуёнок А. Ю.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Подготовка будущих программистов требует обратить внимание не только на техническую сторону обучения, но и на выработку качеств, необходимых для успешной деятельности разработчика.

Исходя из классификации Е. А. Климова профессия, «программист» относится к типу «человек-знаковая система». Профессии данного типа требуют от человека способности мысленно погружаться в мир сухих обозначений, отвлекаться от собственно предметных свойств окружающего мира и сосредотачиваться на сведениях, которые несут в себе те или иные знаки. При обработке информации в виде условных знаков возникают задачи контроля, проверки, учета, обработки сведений, а также создания новых знаков, знаковых систем. Профессии группы «человек – знаковая система» предъявляют особенные требования к памяти, мышлению и вниманию человека. Так, программист должен:

- уметь находить закономерности;
- мыслить аналитически и по аналогии;
- уметь классифицировать объекты и понятия, определять главное и второстепенное;
- уметь грамотно декомпозировать задачи;
- уметь выявлять зависимости между объектами;
- обладать логическим и аналитическим мышлением;
- обладать навыками сравнения.

Вместе с тем разработчик должен быть *терпеливым* и *усидчивым*, так как зачастую приходится тратить много

времени на поиск решения некоторых задач. Отсюда вытекает следующее качество, которым должен обладать программист – *способность разобратся в сложной ситуации*. Также следует учесть, что в крупных компаниях программисты – это люди, работающие в команде, в связи с чем у специалиста должны быть развиты *добросовестность, коммуникативные навыки* (умение донести свои мысли коллегам и руководству) и *умение работать в команде*. Исходя из вышеперечисленных качеств при подготовке программистов следует развивать не только технические умения и знания языков программирования, но и волевые качества личности, мышление.

Для этого на занятиях информатики и смежных дисциплин *необходимо прибегать к упражнениям по решению логических задач*, к упражнениям, при выполнении которых необходимо проводить аналогии, сравнивать объекты между собой, разбивать цели и задачи на малые шаги. Одним из способов развития логического мышления является игра в шахматы. Разумеется, отведенное на занятие по информатике или программированию время не рационально использовать только для игры в шахматы, однако можно выполнять отдельные упражнения из соответствующих задачников.

Также хорошей тренировкой может служить *разгадывание шифров и кодов*. Данное занятие способно повысить вовлеченность обучающихся в познавательный процесс и сформировать позитивное представление о программировании.

Особое место следует уделить *работе в команде*. Например, когда нескольким обучающимся поручается найти решение одной задачи, создать совместный проект. При этом можно организовать ролевую игру: один из учащихся руководитель проекта, другой разработчик, третий тестировщик и т. д.

Таким образом, для того, чтобы заложить прочный фундамент специалиста-программиста необходимо развивать его мышление и личностные качества, совершенствовать

коммуникативные навыки и умения работать в команде, что без ущерба для технической составляющей обучения может организовываться во время занятия.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Классификация профессий по Е. А. Климову [Электронный ресурс] // Профориентационный кабинет – 2018. – Режим доступа: <https://www.sites.google.com/site/virtualnyjkabinetproforient/materialy-o-mire-professij/klassifikacia-professij-po-e-a-klimovug> – Дата доступа: 20.10.2021.

2 Методы обучения программированию [Электронный ресурс] // Киберленинка – 2009. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-obucheniya-programmirovaniyu>. – Дата доступа: 20.10.2021.

УДК 621.762.4

### **СОЗДАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

*Каминская И. В., Бабицкая Э. С.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Дробыш А. А.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Мысли о создании нового языка программирования могут быть продиктованы как ограничениями существующих языков, так и познавательным интересом разработчика. Независимо от мотивации для написания языка существуют определенные шаги. Прежде всего, следует понять устройство компьютера, ведь понимания функционала машины – фундамент для принятия дальнейших решений в ходе разработки. Далее необходимо изучить терминологическую основу. В ходе поиска информации по созданию языков программирования бу-

дут встречаться понятия, без знания которых понимание теории будет затруднительным либо вовсе невозможным [1].

Затем следует определиться с основными концепциями языка. К ним относятся:

– компиляция и интерпретация (Компилятор анализирует программу целиком, превращает ее в машинный код и сохраняет для последующего выполнения. Интерпретатор разбирает и выполняет программу построчно в режиме реального времени [2]);

- статическая и динамическая типизация;
- ручное управление памятью или автоматизированное;
- планируемая модель программирования;
- возможность поддерживания вставок из других языков;
- наличие базовых функций и поддержка внешних библиотек;
- особенности архитектуры программы [1].

После того, как будут очерчены основные положения языка, можно приступить к экспериментам с синтаксисом. Например, служебные символы могут упростить работу машины, но оттолкнуть пользователя, а вид функций может быть простым и интуитивно понятным или максимально отражать действие. Далее стоит определиться с языком программирования, на котором будет реализовываться новый. Для компилируемого языка рекомендуют использовать интерпретируемые языки (Python, JS), а для создания интерпретируемого языка – компилируемые (C++, C, Swift) [1]. На следующем этапе необходимо разобраться с лексерами и парсерами. «Лексер – инструмент, отвечающий за лексический анализ, разбиения кода на составные единицы, называемые токенами. Парсер, отвечающий за синтаксический анализ, организует иерархию из токенов, определяя порядок их взаимодействия» [1]. Для облегчения создания лексических анализаторов существуют готовые программы. Например, Flex, Bison и др [3]. После выполнения данных шагов необходимо создать

стандартную библиотеку и протестировать язык на работоспособность функциональности.

Последний этап – публикация языка и организация его сопровождение в виде руководства, тематических сайтов и т. д.

Таким образом, создание нового языка программирования – сложная, но выполнимая задача.

## ЛИТЕРАТУРА

1. 11 шагов к созданию языка программирования [Электронный ресурс] // GeekBrains – 2018. – Режим доступа: [https://gb.ru/posts/how\\_to\\_create\\_lang](https://gb.ru/posts/how_to_create_lang). – Дата доступа: 20.10.2021.

2. Как создать свой язык программирования: теория, инструменты и советы от практика [Электронный ресурс] // Tproger.ru – 2017. – Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/how-to-create-programming-language/>. – Дата доступа: 20.10.2021.

3. Как создаются языки программирования [Электронный ресурс] // Справочник – 2018. – Режим доступа: [https://gb.ru/posts/how\\_to\\_create\\_lang](https://gb.ru/posts/how_to_create_lang). – Дата доступа: 20.10.2021.

УДК 621.762.4

### **ТЕХНОЛОГИИ ТРЕКИНГА ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ: AR-МАРКЕРЫ**

*Каминская И. В., Бабицкая Э. С.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Астапчик Н. И.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Дополненная реальность (AR) представляет собой наложенную информацию, изображение или объект на физический мир с помощью дополнительных инструментов, например, трекин-

га. «Трекинг – определение местоположения движущегося объекта (нескольких объектов) во времени с помощью камеры».

Для того, чтобы дополненная реальность работала, используют AR маркеры.

AR маркер – это плоская картинка, по которой можно определить позицию устройства в пространстве относительно этой картинки. В общем случае понятие маркера или метки не обязано быть просто плоской картинкой. Но в AR под маркером принято понимать именно плоское изображение, а остальные виды меток уточняются, как «цилиндрическая метка» и так далее.

Важно отметить, что каждая технология создания AR имеет свои требования к маркерам, однако существуют базовые правилами для хорошей метки: больше контрастов, меньше градиентов и отсутствие симметрий.

Основным плюсом технологии меток является широкое покрытие устройств и стабильность работы. Они подходят для решений, рассчитанных на большую аудиторию со средними бюджетными или дешевыми устройствами, так как большая часть технологий не требует большой производительности, работает на достаточно широком спектре устройств и работает стабильно если соблюдать следующие правила:

- печатать маркеры на матовой бумаге и не размещать их за стеклом;

- размещать контент, как можно ближе к центру маркера.

Однако при работе с метками может возникнуть проблема исчезновения объекта. Это происходит по ряду причин:

- плохое освещение (зона слишком освещена или затемнена);

- неправильное расположение метки по отношению к камере (камера должна четко и целиком видеть рамку метки);

- слишком быстрое перемещение метки из стороны в сторону (некоторые камеры не успевают отследить ее перемещения по частоте кадров в секунду и «теряет» метку вместе с моделью);

- низкое разрешение камеры;
- отсутствие калибровки камеры (калибровка нужна, чтобы построить модель реальной камеры в компьютерном пространстве);
- проблемы с программным обеспечением.

Таким образом, аппаратная часть, для реализации базовых функций технологии дополненной реальности должна получать видеопоток хорошего качества, иметь возможность обработать данный видеопоток и дополнить слоем с виртуальными объектами, вывести обработанные данные на устройства вывода для восприятия конечным пользователем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка системы распознавания маркеров дополненной реальности [Электронный ресурс] // Электронный научный архив УрФу – 2017. – Режим доступа: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/78807/1/fti\\_2019\\_013.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/78807/1/fti_2019_013.pdf) – Дата доступа: 20.10.2021.
2. Трекинг (компьютерная графика) – Википедия с видео [Электронный ресурс] // WIKI 2 – 2019. – Режим доступа: [https://wiki2.org/ru/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B3\\_\(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0\)](https://wiki2.org/ru/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B3_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) – Дата доступа: 20.10.2021.
3. Обзор технологий трекинга: AR маркеры [Электронный ресурс] // Хабр – 2021. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/563666/>. – Дата доступа: 20.10.2021.
4. Как работает технология дополненной реальности AR, описание, примеры приложений [Электронный ресурс] // Увлекательная реальность – 2021. – Режим доступа: [https://funreality.ru/technology/augmented\\_reality/](https://funreality.ru/technology/augmented_reality/). – Дата доступа: 20.10.2021.

УДК 371

## **ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ С УЧЕТОМ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Малиновская Д. А., Гордиенко Д. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Здоровьесберегающая технология – это система мер, включающая взаимосвязь и взаимодействие всех факторов образовательной среды, направленных на сохранение здоровья ребенка на всех этапах его обучения и развития.

Целью здоровьесберегающей образовательной технологии выступает обеспечение условий физического, психического, социального и духовного комфорта, способствующих сохранению и укреплению здоровья субъектов образовательного процесса, их продуктивной учебно-познавательной и практической деятельности, основанной на научной организации труда и культуре здорового образа жизни личности.

Отличительными особенностями здоровьесберегающих образовательных технологий являются: отсутствие назидательности и авторитарности; приоритет воспитания, а не изучения культуры здоровья; индивидуализация обучения; наличие мотивации на здоровый образ жизни; «физкультминутки» на занятиях; осуществление гигиенического контроля.

Информатика, как учебный предмет, одна из самых уязвимых по части здоровьесбережения, потому что при работе за ПК на обучающегося оказывают влияние следующие вредные факторы: сидячее положение в течение длительного времени; воздействие электромагнитного излучения монитора; утомление глаз, нагрузка на зрение; перегрузка суставов кистей; стресс при потере информации.

Преподавателю необходимо планировать, в зависимости от содержания учебного материала на уроках, вопросы о сохра-

нении и укреплении здоровья, формировании здорового образа жизни. Здоровьесберегающие технологии предполагают такое обучение, при котором обучающиеся не устают, а продуктивность их работы возрастает.

Применение здоровьесберегающих технологий на занятиях по информатике дает возможность преподавателю защитить своего ученика от отрицательного воздействия компьютера, а также поможет ему укрепить и сберечь свое здоровье.

Преподаватель должен прививать культуру работы за компьютером: необходимо выполнять рекомендации по организации рабочего места и режима работы, каждый час делать короткие перерывы, во время которых выполнить несколько упражнений для кистей рук; соблюдать санитарные нормы и правила (температурный режим, чистота, освещение и др.); предупреждать интеллектуальную усталость (смена видов учебной деятельности, наличие у обучающихся мотивации к учебной деятельности, использование различных видов преподавания, поощрение активизации инициативы и творческого выражения учащихся, эмоциональный фон занятия; предупреждать физическую усталость; включать в содержательную часть занятия вопросы, связанные со здоровьем и здоровым образом жизни (составление и редактирование текстов, посвященных здоровому образу жизни, составление графиков и диаграмм, разработка презентаций, и др.).

Таким образом, использование здоровьесберегающих образовательных технологий обеспечивает не только высокие успехи в учебе, но и исключает перегрузку в учебной деятельности, что позволяет всем обучающимся хорошо учиться, не причиняя вреда своему здоровью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт «ИнфоУрок» [Электронный ресурс] – Применение здоровьесберегающих технологий на уроках информатики. – Режим

доступа: <https://infourok.ru/primenenie-zdorovesberegayuschih-tehnologiy-na-urokah-informatiki-2071217.html>. – Дата доступа: 03.10.2021.

2. Костецкая Г. А., Резников М. А. Использование здоровьесберегающих технологий в образовательном процессе: методические рекомендации. СПб: ГБУ ДПО Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования. 2019. – 15 с.

3. Сайт «УРОК.РФ» [Электронный ресурс] – Шевченко Е. А. Здоровьесберегающие технологии на уроках информатики. Режим доступа: [https://xn--j1ahfl.xn--p1ai/library/zdorovesberegayushie\\_tehnologii\\_na\\_urokah\\_informati\\_225412.html](https://xn--j1ahfl.xn--p1ai/library/zdorovesberegayushie_tehnologii_na_urokah_informati_225412.html). – Дата доступа: 03.10.2021.

УДК 378.147

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ-ПРОГРАММИСТОВ  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-08 80 08 НАУЧНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

*Михасик Е. И.*

*Научный руководитель: д. т. н., доцент Азаров: С. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

На современном этапе исторического развития, исходя из требований социального запроса на специалистов, все большее внимание уделяется именно процессу формирования необходимых компетенций в виде «hard skills», тех знаний, умений и навыков, которые непосредственно необходимы для выполнения определенных задач на рабочем месте, и сопутствующим им «soft skills», тех навыков, которые показывают способность сотрудников работать в коллективе (коммуника-

бельность, лидерство) и показывать свою самостоятельность (самоорганизация, самоконтроль, самоанализ) [1].

Весь этот процесс становления будущего специалиста происходит с непосредственным участием учреждений образования. Получается, что в них должны быть созданы определенные условия, способствующие наиболее эффективному протеканию данного процесса.

Условия подразделяются на субъективные и объективные.

К первым относятся те факторы, которые связаны с самим обучающимся, а именно:

– мотивация и потребность обучающего в самой образовательной деятельности, которая указывает на осознанный выбор данной профессии и соглашение его на осуществление процесса обучения в предложенной учреждением образования форме.

– наличие у обучающихся необходимого багажа знаний, умений и навыков, которые позволяют успешно усваивать материал в процессе обучения.

– соответствие учебной и профессиональной деятельности индивидуальным особенностям обучающихся, их эмоционально-психологическому и физическому состоянию. Это условие указывает на преобладание личностно ориентированного характера образовательного процесса, который позволяет раскрыть в полной мере особенности обучающихся [2].

Ко второй группе условий относятся к самому процессу обучения, который организован в учреждении образования, а именно:

– правильное целеполагание процесса обучения, как на отдельном занятии, так и в течении всего обучения.

– рациональное планирование деятельности, которое позволяет развивать как репродуктивные, так и творческие качества личности.

– организация контроля за выполнением плана и объективная оценка деятельности обучающихся, что может стать дополнительным стимулом при обучении.

– благоприятный микроклимат в коллективе, доброжелательное отношение как внутри группы обучающихся, так и в отношениях преподаватель-обучающийся.

– санитарно-гигиенические условия труда, которые соответствуют установленным нормам, что обеспечивает безопасность образовательного процесса.

– материально-техническое обеспечение, которое позволяет проводить занятие с использованием современных технологий и наиболее приближенной к той деятельности, которой будут заниматься будущие специалисты на своих рабочих местах.

– компетентность преподавателей и руководства учреждения образования, которое делает возможным проведение занятий на высоком уровне, с использованием новейших образовательных технологий, методов и методик, которые наиболее эффективно позволяют достичь целей образовательного процесса [2].

Сопоставив две группы факторов, в итоге можно выделить комплексные организационно-педагогические условия формирования компетенций будущих специалистов:

– процесс обучения должен быть ориентирован на перспективы будущей профессии, чтобы обучающиеся видели цели и задачи образования, а также умели выполнять после окончания учебного заведения свои непосредственные обязанности.

– стремление к активному развитию личности обучающихся, потому что обучение должно быть неразрывно связано с воспитанием и развитием, а не просто заикливаться на передаче базы знаний.

– обучение должно вестись в междисциплинарном плане, которое позволяет обучающимся проследить взаимосвязь каждой дисциплины и их будущей профессии.

– постоянное совершенствование учебного процесса, которое обеспечивает подготовку специалиста с современным необходимым набором навыков и умений, способных решать задачи, с которыми сталкиваются специалисты на рабочем месте.

Можно отметить, что для формирования всех необходимых компетенций будущих педагогов нельзя ограничиваться только какими-то отдельными факторами или условиями, надо, чтобы все они работали вместе и в системе для всестороннего развития личности.

Поэтому, разработка электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «компьютерное моделирование» как средства развития профессиональных компетенций студентов ИПФ БНТУ является актуальной задачей. Изучив особенности учебных материалов, электронных учебных изданий, электронных учебных материалов, был определен способ организации работы студентов по дисциплине «Компьютерное моделирование» с использованием ЭУМК.

Основные идеи способа, формирование навыка работы с ЭУМК, представленном в форме электронного документа, в формате PDF, снабженного навигацией по разделам ЭУМК, а также сторонними ресурсами сети Интернет; фиксирование обучающимися своих результатов в приложении смартфона.

Целью изучения дисциплины является освоение методов компьютерного моделирования и их использование для широкого курса задач.

Задачами являются:

– обучение студентов написанию программ для моделирования процессов приобретение навыков по решению теоретических и экспериментальных задач различных дисциплин, таких как математическое моделирование, технология и другие;

– формирование необходимой базы для научных исследований студентов и выполнения курсовых и дипломных работ.

Материал курса «Компьютерное моделирование» базируется на ранее полученных знаниях по курсам «Системное про-

граммное обеспечение», «Основы теории вычислительных процессов», «Прикладная математика» и др.

В результате изучения учебной дисциплины с применением ЭУМК студент должен знать:

- принципы моделирования;
- классификацию способов представления моделей систем;
- приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере, проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач;
- представить модель в математическом и алгоритмическом виде;
- оценить качество модели, обрабатывать и анализировать полученные результаты, создавать математические модели и программные средства; планировать и организовывать научные исследования, применять соответствующие экспериментальные и теоретические методы;
- владеть основами теории алгоритмов и алгоритмических языков;
- навыками построения моделей сложных систем, построения моделирующих алгоритмов, принятия решений по результатам моделирования;
- навыками программирования и работы на ЭВМ, методами моделирования реальных физических процессов с помощью ЭВМ [3].

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование компетенции СК-4.3: «Быть способным разрабатывать, анализировать и применять методы компьютерного моделирования в научной и производственной деятельности».

ЭУМК по дисциплине «Компьютерное моделирование» предполагает изучение дисциплины по следующим разделам:

- Раздел 1. Компьютерный эксперимент и его основные составляющие;

- Раздел 2. Поиск оптимальных решений средствами табличного процессора;
- Раздел 3. Компьютерные технологии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ивонина, А. И. Современные направления теоретических и методических разработок в области управления: роль soft-skills и hard skills в профессиональном и карьерном развитии сотрудников / А. И. Ивонина, О. Л. Чуланова, Ю. М. Давлетшина // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2017. – Т. 9, № 1.
2. Мухров, И. С. Условия формирования профессиональной компетентности молодых квалифицированных рабочих в системе начального профессионального образования / И. С. Мухров // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.
3. Комарова, С. М. Компьютерное моделирование как средство развития исследовательской компетенции студентов / С. М. Комарова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2015. – № 5.

УДК 371.3

### **МОДУЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ**

*Нуриллоев К. А., Юсько И. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Модульное обучение – это одна из молодых альтернативных традиционному обучению технологий, которая в последнее время получает широкомасштабное использование. Свое название модульное обучение получило от термина «модуль», одно из значений которого – «функциональный узел».

Модульная технология зародилась и приобрела большую популярность в учебных заведениях США и Западной Европы в начале 1960-х гг. и возникла как альтернатива традиционному обучению, интегрируя все прогрессивное, что накоплено в педагогической теории и практике. В основу модульного обучения была положена теория поэтапного формирования умственных действий (П. Я. Гальперин), согласно которой в познавательной деятельности обучающихся можно выделить ориентировочную, исполнительную и контрольную части.

Модуль – это целевой функциональный узел, в котором объединены учебное содержание и технология овладения им.

Цель модульного обучения – создание наиболее благоприятных условий для развития личности обучаемого путем обеспечения гибкого содержания обучения, приспособление дидактической системы к индивидуальным возможностям, запросам и уровню базовой подготовки обучающегося посредством организации учебно-познавательной деятельности по индивидуальной учебной программе.

Сущность модульного обучения состоит в относительно самостоятельной работе обучающегося по освоению индивидуальной программы, составленной из отдельных модулей (модульных единиц). Каждый модуль представляет собой законченное учебное действие, освоение которого идет по операциям-шкагам.

Одной из возможных форм ведения занятий по информатике является разделение каждого занятия на две части. Первая часть посвящается изучению нового материала и самостоятельной работе обучаемого по заданиям теоретического и практического характера. По окончании этой части занятия обучаемым предлагается домашнее задание по изучению теории ее приложений. Вторая часть каждого занятия посвящена решению задач повышенной трудности и обсуждению решений особенно трудных или интересных задач. Эта форма проведения занятий может способствовать успешному переходу от форм и методов обучения в школе к формам и методам обучения в высших учебных заведениях.

Основные отличия модульного обучения от других систем обучения: содержание обучения представляется в законченных самостоятельных блоках, усвоение которых осуществляется в соответствии с поставленной целью. Цель формируется для обучающего и содержит в себе не только указание на объем изучаемого содержания, но и на уровень его усвоения. Кроме того, в каждом блоке (учебном элементе) отображены советы преподавателя в письменной форме, как рационально действовать. Изменяется форма общения преподавателя с обучаемыми. Преподаватель общается с обучаемыми как посредством модулей, так и непосредственно с каждым индивидуально. Обучаемый работает большую часть времени самостоятельно, учится планированию, организации, контролю и оценке своей деятельности. Каждый обучаемый может определить уровень своих знаний, увидеть пробелы в знаниях и умениях.

Наличие модулей с печатной основой позволяет преподавателю индивидуализировать работу с отдельными обучаемыми путем консультирования каждого из них, оказания дозированной персональной помощи.

Модульное обучение предоставляет обучающемуся возможность самостоятельно работать с учебной программой, используя ее полностью или отдельные элементы в соответствии с потребностями обучаемого.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Использование модульной технологии в преподавании школьного курса информатики [Электронный ресурс] // О. Н. Якшина. – 2016. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/informatika-i-ikt/library/2016/08/31/ispolzovanie-modulnoy-tehnologii-v-prepodavanii>. – Дата доступа: 19.10.2021.

2. Модульное обучение на уроках информатики [Электронный ресурс] // Инфоурок – 2018. – Режим доступа: <https://>

infourok.ru/modulnoe-obuchenie-na-urokah-informatiki-1179609.html. – Дата доступа: 19.10.2021.

3. Кравченя, Э. М. Информационные и компьютерные технологии в образовании / Э. М. Кравченя. – Минск, 2017.

УДК 371.3

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ**

*Нуриллов К. А., Песняк И. М.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В нашей стране на современном этапе происходят значительные изменения в области науки и образования, связанные с интенсивным развитием информационных технологий. В этих условиях система высшего педагогического образования должна ставить перед собой цель активно осуществлять подготовку педагогов в области создания и использования новых технологий в своей профессиональной деятельности.

Курс информатики должен иметь профессиональную ориентацию и направленность на формирование творческого потенциала, реализацию чего следует вести за счет наполнения самого курса современными формами, методами и моделями работы со средствами ИКТ, выступающими и в качестве объекта изучения, и в качестве инструмента для профессиональной деятельности. Профессиональная ориентация в данном случае должна заключаться в формировании у студентов устойчивых навыков владения средствами ИКТ в собственной профессиональной практике, при удовлетворении собственных образовательных потребностей.

К современным формам, методам и моделям работы со средствами ИКТ мы относим: работу с Интернет-

ресурсами, электронными учебниками, гипермедиа-сочинение, мультимедиа-презентацию.

Возможности сети Интернет, Интернет-технологии создали дополнительные возможности оформления учебных материалов и использования новых форм обучения. Традиционный процесс обучения строится с использованием лекционно-практических форм, семинаров, коллоквиумов, консультаций, лабораторных занятий.

Уроки, лекции, лабораторные занятия организуются с использованием электронных учебников, представленных на веб-сайтах, семинары организуются через телеконференции, экскурсии по веб-сайтам. Ярким примером выступают виртуальные музеи, выставки, собеседования, индивидуальные консультации. Проще всего это реализуется через электронную почту.

Домашняя работа также выполняется самостоятельно с использованием компьютерных технических средств и соответствующего программного обеспечения, в которой уже загружена система заданий.

Интернет-технологии применимы в самых разных областях педагогической науки. Анализ направлений использования информационного ресурса Интернет для реализации профессиональной направленности и формирования творческого потенциала будущих педагогов в курсе информатики показал широкую популярность данного ресурса в образовании, большие возможности стимулирования познавательной, творческой и организационно-деятельной активности, необходимость расширения блока изучения и использования Интернет-технологий в качестве информационной составляющей подготовки.

Таким образом, становится совершенно ясно, что современные формы и методы работы ИКТ позволяют организовать освоение современных информационных технологий, сформировать у учащихся необходимые навыки самостоятельной работы с современными системами, и при этом использовать различные способы представления информации.

УДК 621.762.4

## ЗАДАЧИ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ КАК УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

*Нуриллов К. А., Юсько И. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Термин «informatique» (информатика), разработанный французскими учеными, образован как производное от двух слов – «informatione» (информация) и «avtomatique» (автоматика).

Вместе с введением общеобразовательного предмета «Основы информатики и вычислительной техники» началось формирование новой области педагогической науки – *методики преподавания информатики*, объектом которой является *обучение информатике*. Для ее формирования главную роль сыграли дидактические исследования целей и содержания общего кибернетического образования, накопленный отечественной школой еще до введения предмета информатики практический опыт преподавания учащимся элементов кибернетики, алгоритмизации и программирования, элементов логики, вычислительной и дискретной математики и т. д.

Методика обучения информатике в настоящее время интенсивно развивается. В соответствии с общими целями обучения методика преподавания информатики ставит перед собой *следующие основные задачи*: *определить* конкретные цели изучения информатики, а также содержание соответствующего общеобразовательного предмета и его место в учебном плане. К целям можно отнести: освоение системы базовых знаний; овладение умениями применять, анализировать, преобразовывать информационные модели реальных объектов и процессов, используя при этом информационные и коммуникационные технологии; развитие познавательных интересов,

интеллектуальных и творческих способностей путем освоения и использования методов информатики и средств ИКТ; воспитание ответственного отношения к соблюдению этических и правовых норм информационной деятельности; *разработать* и предложить преподавателю наиболее рациональные методы и организационные формы обучения, направленные на достижение поставленных целей; *рассмотреть* всю совокупность средств обучения информатике и разработать рекомендации по их применению в практике работы педагога. Данная дисциплина призвана обеспечить высокий теоретический уровень преподавания, строгую научность, яркость и доходчивость изложения материала. Как совокупность определенных приемов, методика преподавания неразрывно связана с содержанием информатики и ее методологией. Ведь процесс обучения строится таким образом, что повторяет в основных чертах, в общем, логику развития информатики, реализуя такой принцип развития познания, как совпадение исторического (реального процесса становления науки) и логического.

Методика преподавания информатики – молодая наука, но она формируется не на пустом месте. Являясь самостоятельной научной дисциплиной, в процессе формирования она вобрала в себя знания других наук, а в своем развитии опирается на полученные ими результаты. Преподавателю информатики необходимо ориентироваться в проблемах философии (мировоззренческий подход к изучению системно-информационной картины мира), филологии и языкознания (системы программирования, текстовые редакторы), математики, физики и экономики (компьютерное моделирование), живописи и графики (графические редакторы, системы-мультимедиа) и т. д.

Данная наука имеет свойство мотивировать педагога-информатика постоянно повышать свою квалификацию и уровень знаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методика преподавания информатики как педагогическая наука [Электронный ресурс] // Тухтаров С. Б. – 2018. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-prepodavaniya-informatiki-kak-pedagogicheskaya-nauka>. – Дата доступа: 01.11.2021.
2. Теоретические основы методики преподавания [Электронный ресурс] // Upload – 2015. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2895227/page/3/>. – Дата доступа: 01.11.2021.
3. Формы и методы обучения информатике [Электронный ресурс] // Степанова В. А. – 2011. – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru/articles/597012>. – Дата доступа: 01.11.2021.

УДК 621.762.4

### **СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В РЕЛЯЦИОННЫХ БД НА ПРИМЕРЕ СУБД MYSQL**

*Песняк И. М.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Астанчик Н. И.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время самыми распространенными системами управления базами данных являются реляционные. Результаты опроса T-Systems показали, что 30 % опрошенных компаний выбрали платформы, которые реализуют подход «в памяти», базирующиеся на технологии SQL при работе с большими данными – понятие, характеризующееся большими объемами данных, децентрализованным способом их хранения, низкой структурированностью и взаимосвязью. Тогда как вторыми по популярности стали NoSQL платформы (18 % пользователей). Темп роста

рынка больших данных составляет не менее, чем 50 % в год. В то же время использование реляционных баз данных (MySQL, PostgreSQL, Oracle Database и других) для решения задач хранения больших данных становится проблематичным. Главным преимуществом реляционных баз данных являются особенности архитектуры, направленные на поддержание целостности данных. Данная особенность достигается за счет хранения связей между элементами данных. Однако хранение и проверка этих связей требует дополнительных временных ресурсов, что при значительных объемах и слабой структурированности данных в результате делает использование реляционных баз данных затруднительным в системах реального времени.

Во многих случаях разработчики баз данных и аналитики данных борются с плохой производительностью приложений. Рассмотрим несколько путей решения этой проблемы.

Оптимизировать запросы. Ускоряет запросы SQL с помощью оптимизаторов запросов, которые помогут сделать быстрее работу запроса и объяснят рекомендации.

Создать оптимальный индекс. Индексы внедряют структуру данных, которая помогает поддерживать порядок и облегчает поиск информации; в основном, индексирование ускоряет процесс поиска данных и делает его более эффективным, тем самым экономит время и усилия.

Приобрести более мощный процессор. Чем мощнее процессор, тем меньше нагрузка при работе с несколькими приложениями и запросами. Кроме того, при оценке производительности ЦП важно отслеживать все аспекты производительности ЦП, в том числе время готовности ЦП.

Выделить больше памяти. Наличие большего объема памяти поможет повысить эффективность системы и общую производительность. Хороший способ проверить, нужно ли больше памяти, – посмотреть, сколько ошибок в системе имеет страница. Если количество сбоев велико, это означает, что хостам не хватает доступного пространства памяти.

Произвести дефрагментацию данных. Процесс объединения нескольких разрозненных частей одного файла в один большой для повышения скорости считывания данных с жесткого диска компьютера. Дефрагментация диска позволит сгруппировать соответствующие данные, поэтому операции, связанные с вводом/выводом, будут выполняться быстрее, что напрямую повлияет на общую производительность.

Данные способы приводят к качественному уменьшению времени выполнения запросов к реляционным СУБД.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дефрагментация дисков [Электронный ресурс] // chemtable.com – 2020. – Режим доступа: <https://www.chemtable.com/blog/ru/what-is-defragmentation.htm>. – Дата доступа: 27.10.2021.

2. Исследование способов повышения эффективности обработки данных [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru – 2016. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-sposobov-povysheniya-effektivnosti-obrabotki-dannyh-v-relyatsionnyh-bd-na-primere-subd-mysql/viewer>. – Дата доступа: 27.10.2021.

3. Способы улучшения производительности базы данных [Электронный ресурс] // andrejex.ru – 2021. Режим доступа: <https://andrejex.ru/bazy-dannyx/7-prostyh-sposobov-uluchshit-proizvoditelnost-vashej-bazy-dannyh/>. – Дата доступа: 27.10.2021.

УДК 621.762.4

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ CHEMSKETCH ПРИ УГЛУБЛЕННОМ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ**

*Соколовская О. Н.*

*Научный руководитель: д. т. н., доцент Азаров С. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Химия является одной из наук, в которой предметом изучения является невидимым. Объектом изучения химии становятся атомы, молекулы и их превращения. Эти частицы настолько малы, что увидеть их невозможно даже в самый сильный микроскоп.

Актуальность данной работы заключается в том, что при изучении общеобразовательных и профессиональных, а также инженерных дисциплин для выполнения заданий необходимо иметь развитое пространственное мышление. Если данная компетенция отсутствует или имеет низкий уровень, обучающийся не может освоить и применять на практике знания по ряду тем, например: химическое строение веществ. Как следствие, возникают затруднения при изучении классов веществ неорганической и органической химии.

Программа химического офиса ChemsSketch позволяет решить эту проблему – помогает развивать у учащихся познавательную деятельность, облегчить восприятие и усвоение материала, что обеспечивает более эффективное обучение. Также это программа позволяет организовать научно-исследовательскую работу учащихся, реализовать деятельностный подход в обучении, активизировать учебный процесс и создать предпосылки для активного личного вмешательства в познавательную деятельность. Это инструмент, который помогает визуально изучить геометрическое строение молекул (валентный угол, длины связей).

Для построения и визуализации структурных формул предназначены компоненты пакета:

ChemSketch – это графический редактор, предназначенный для создания двумерных химических структур.

3D Viewer – программа, позволяющая моделировать трехмерные структуры.

Химический редактор ChemSketch предназначен для работы с органическими формулами среднего уровня сложности (также имеется большая библиотека с готовыми более сложными формулами), но в нем удобно составлять также химические формулы неорганических веществ. С его помощью можно оптимизировать молекулы в трехмерном пространстве, изменять длины и углы химических связей.

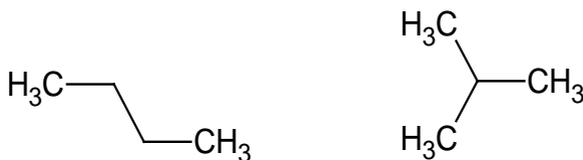


Рисунок 1 – Структурные формулы бутана и изобутана

Chem Basic имеет два режима: Structure и Draw. Chem Basic Structure позволяет конструировать структурные формулы, механизмы химических реакций. Данное приложение можно использовать при проведении вводных уроков по органической химии, изучении теории химического строения органических веществ, для демонстрации валентных возможностей атомов в органических соединениях. Так как программа автоматически учитывает валентные возможности атомов, выделяет красной рамкой все несоответствия валентностям элементов и другие ошибки, то такого типа задания (построить структурную формулу соединения по молекулярной формуле) можно использовать как тренажер. Кроме того, можно давать ученикам задания на построение изомеров по молекулярной

формуле. У многих такие задания сначала вызывают затруднения, а программа помогает дописывать атомы водорода и не дает присоединить «лишних» атомов.

Учитывая, что химические и физические свойства органических веществ в большой степени зависят от пространственного строения молекул, очень важной задачей на уроках химии, является формирование понятия о стереохимическом представлении молекул.

При изучении органической химии очень важно показать учащимся, каким образом геометрическая структура молекул зависит от гибридизации атомов углерода. В объяснении теории гибридных орбиталей поможет функция Chem Basic-Templates (шаблоны). Данная функция позволяет изобразить образование  $\pi$ - и  $\sigma$ -связей.

После изучения видов гибридизации необходимо показать зависимость геометрического строения молекул от вида гибридизации атомных орбиталей. Для решения этой задачи можно использовать приложение 3D Viewer.

3D Viewer позволяет создать 3D-модели органических соединений в скелетной, шаростержневой и сферической формах.



Рисунок 2 – Скелетная, шаростержневая и сферическая формулы изобутана

В созданной модели молекулы могут быть изучены, а при необходимости изменены, геометрические параметры – длины связей и валентные углы. Для этого структурную формулу изобутана копируем из приложения ChemBasic в 3D Viewer.

При использовании функции Angle программа позволяет рассчитать валентный угол молекулы. Для этого необходимо выбрать функцию Angle и нажать курсором мыши на три атома между которыми необходимо посчитать угол. Данная функция позволяет показать учащимся, что молекулы веществ не плоские, а имеют определенную геометрическую форму.

Использование химического редактора ChemSketch позволяет решить ряд педагогических задач: обеспечение активизации учебной и познавательной деятельности, формирование и развитие пространственного мышления, зрительного восприятия, повышения визуальной грамотности и визуальной культуры. Следовательно, химический редактор ChemSketch создает условия для технологической подготовки и эффективного использования в обучении информационных образовательных продуктов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Литвак, М. М. Компьютерное моделирование органических реакций / М. М. Литвак, Н. В. Литвак // Химия: методика преподавания. – 2005. – № 4. – С. 47–57.
2. Литвак, М. М. Использование программного пакета ChemOffice в преподавании биоорганической химии / М. М. Литвак // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 4. – С. 34–38.
3. Соловьев, М. Е. Компьютерная химия / М. Е. Соловьев, М. М. Соловьев. – М: СОЛОН-Пресс, 2005. – 536 с.
4. Протопопов А. В., Коньшин В. В. Визуализация химических структур и молекулярное моделирование: методическое пособие по работе в химических редакторах / А. В. Протопопов, В. В. Коньшин. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. – 44 с.

УДК 621.762.4

## ЗАДАЧИ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ КАК УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Юсько И. А., Нуриллов К. А.

*Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А. Ю.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Термин «informatique» (информатика), разработанный французскими учеными, образован как производное от двух слов – «informatione» (информация) и «avtomatique» (автоматика).

Вместе с введением общеобразовательного предмета «Основы информатики и вычислительной техники» началось формирование новой области педагогической науки – *методики преподавания информатики*, объектом которой является *обучение информатике*. Для ее формирования главную роль сыграли дидактические исследования целей и содержания общего кибернетического образования, накопленный отечественной школой еще до введения предмета информатики практический опыт преподавания учащимся элементов кибернетики, алгоритмизации и программирования, элементов логики, вычислительной и дискретной математики и т. д.

Методика обучения информатике в настоящее время интенсивно развивается. В соответствии с общими целями обучения методика преподавания информатики ставит перед собой *следующие основные задачи*: *определить* конкретные цели изучения информатики, а также содержание соответствующего общеобразовательного предмета и его место в учебном плане. К целям можно отнести: освоение системы базовых знаний; овладение умениями применять, анализировать, преобразовывать информационные модели реальных объектов и процессов, используя при этом информационные и коммуникационные технологии; развитие познавательных интересов,

интеллектуальных и творческих способностей путем освоения и использования методов информатики и средств ИКТ; воспитание ответственного отношения к соблюдению этических и правовых норм информационной деятельности; *разработать* и предложить преподавателю наиболее рациональные методы и организационные формы обучения, направленные на достижение поставленных целей; *рассмотреть* всю совокупность средств обучения информатике и разработать рекомендации по их применению в практике работы педагога. Данная дисциплина призвана обеспечить высокий теоретический уровень преподавания, строгую научность, яркость и доходчивость изложения материала. Как совокупность определенных приемов, методика преподавания неразрывно связана с содержанием информатики и ее методологией. Ведь процесс обучения строится таким образом, что повторяет в основных чертах, в общем, логику развития информатики, реализуя такой принцип развития познания, как совпадение исторического (реального процесса становления науки) и логического.

Методика преподавания информатики – молодая наука, но она формируется не на пустом месте. Являясь самостоятельной научной дисциплиной, в процессе формирования она вобрала в себя знания других наук, а в своем развитии опирается на полученные ими результаты. Преподавателю информатики необходимо ориентироваться в проблемах философии (мировоззренческий подход к изучению системно-информационной картины мира), филологии и языкознания (системы программирования, текстовые редакторы), математики, физики и экономики (компьютерное моделирование), живописи и графики (графические редакторы, системы-мультимедиа) и т. д.

Данная наука имеет свойство мотивировать педагога-информатика постоянно повышать свою квалификацию и уровень знаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методика преподавания информатики как педагогическая наука [Электронный ресурс] // Тухтаров С. Б. – 2018. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-prepodavaniya-informatiki-kak-pedagogicheskaya-nauka> – Дата доступа: 01.11.2021.
2. Теоретические основы методики преподавания [Электронный ресурс] // Upload – 2015. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2895227/page:3>. – Дата доступа: 01.11.2021.
3. Формы и методы обучения информатике [Электронный ресурс] // Степанова В. А. – 2011. – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru/articles/597012> – Дата доступа: 01.11.2021.

## СЕКЦИЯ «ПСИХОЛОГИЯ»

УДК 316.36

### ОСОБЕННОСТИ БРАЧНО-СЕМЕЙНЫХ УСТАНОВОК У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ

*Боровикова А. О.*

*Научный руководитель: старший преподаватель*

*Баширова Ю. В.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Брачно-семейная установка – это позиция личности в отношении брака и семьи, сформированная на основе опыта, которая определяет состояние готовности к браку и поведение человека в брачно-семейной сфере.

Исследование проводилось в г. Минск. Выборку составили 28 человек молодого возраста мужского и женского пола в возрасте 18–30 лет. Цель исследования заключалась в выявлении психологических установок у испытуемых в браке и отношении к нему. Испытуемым была предложена анкета, состоящая из 20 вопросов, каждый из которых был призван выявить мнение, установку или жизненную позицию в отношении задаваемого вопроса. Испытуемым был предложен ряд утверждений. Так на вопрос о том, что «Развод дает человеку возможность, в конце концов, найти себе такого спутника жизни, который ему нужен» 42,9 % испытуемых ответили, что полностью согласны с этим утверждением. Это говорит о том, что в современной семье возрастает необходимость в удовлетворении эмоциональных потребностей личности. В основе семьи также лежит справедливое равенство двоих. Было выявлено, что в некоторых семьях (14,3 %) закреплено патриархальное отношение между супругами. Это подтверждается положительным откликом на высказывание: «Как сейчас, так и в будущем все основные обязанности женщины будут связаны с домашним очагом, а мужчины – с работой». Отно-

шение супругов к наличию детей в семье практически равно: 28,6 % за то, что дети – это смысл жизни, 32,1 % считают обратное, остальные принимают нейтральную позицию. Молодые люди считают, что дети – это роскошь, стоящая весьма дорого. Дети в жизни человека переносятся на второй план, супружеские пары не считают родительство главной ценностью в своей личной и совместной жизни (35,7 % считают, чем меньше детей, тем лучше и только 10,7 % категорически против этого). Что касается сохранения семьи ради детей, участники опроса, разделись на две почти равных категории. В результате анализа семейных пар было выявлено, что супруги открыто говорят о вещах, которые их тревожат (75 % считают, что это необходимо); молодые люди нацелены на совместную деятельность во всех сферах семейной жизни, хотя их поведение больше направлено на автономию (64,3 % абсолютно поддержали это, остальные пребывают в сомнениях); семейные пары лояльно относятся к разводу, все этот факт допускают (42,9 % поддерживают и только 7,1 % категорически против разводов); ориентация на традиционно представляемую романтическую любовь слабо выражена, хотя в их любви имеет место сентиментальность и порывы чувственности. Сексуальная сфера в семейной жизни играет большую роль для супругов, но также стоит отметить, что духовная имеет большую значимость (более 39 % ответили положительно).

Таким образом, можно сказать, что характеристики установок современных семей претерпевают глубокий и устойчивый кризис, который характерен для развитых стран. Это минимизация роли детей в семье, а развод не представляется кризисным или травмирующим событием. На данный момент в Беларуси сохранилась традиционная система ценностей семьи, большинство молодежи считает недопустимым отказ от рождения детей, положительно относится к многодетным семьям. Полученные в результате исследования, данные позволяют проследить некоторые тенденции современного формирования брачно-семейных установок в Республике Беларусь.

## **ИЗУЧЕНИЕ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СТУДЕНТОВ**

*Бидзюра О. Ю*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Полуйчик Т. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Психические состояния, согласно А. О. Прохорову, это субъективные реакции человека, выражающего свое отношение к процессу реализации актуальной потребности. Выделяют оптимальные, кризисные, пограничные (психопатия, неврозы, умственная отсталость), психические состояния нарушенного сознания, утомление, агрессивность, тревожность, фрустрацию, ригидность и другие виды психических состояний.

Нами было проведено исследование среди студентов БНТУ по изучению особенностей психических состояний по методике Айзенка. В исследовании приняло участие 35 человек.

Уровень агрессивности находится выше среднего уровня у 67 % студентов, низкая агрессивность определена у 16 % испытуемых. Агрессивность – кратковременное эмоциональное состояние, которое проявляется в открытой злобе, недовольстве, стремлении к самоутверждению за счет других. Агрессивность предполагает действие напролом, грубое преследование собственных целей, неуважение к чувствам и эмоциям других людей. К основным причинам агрессивного поведения относят биологические, социально-психологические факторы.

Высокий уровень тревожности преобладает у 29 % опрошенных. 41 % испытуемых имеют средний уровень тревоги. Низкий уровень выявлен у 30 % опрошенных. Результаты исследования показали, что студенты первого и последнего курсов более тревожны по сравнению со студентами средних курсов.

сов. Возможно, это обусловлено переживанием угрозы их самооценки и жизнедеятельности. Студенты, имеющие высокий уровень тревожности, часто не уверены в себе, замкнуты, стеснительны, не общительны. Повышенный уровень тревожности может свидетельствовать о недостаточной эмоциональной приспособленности к ситуации, в которой находится студент.

Фрустрация – это такое особенное психическое состояние, возникающее в случаях, когда человек не смог достичь цели, удовлетворить потребность из-за непреодолимых препятствий, вызванных внешними обстоятельствами или внутренними причинами. Обычно состояние фрустрации сопровождается отрицательными переживаниями: разочарованием, раздражением, тревогой, отчаянием. Низкий уровень фрустрации определен у 18 % опрошенных. Исследование показало, что четверть опрошенных легко преодолевают это состояние. Однако, 82 % опрошенных имеют высокий и средний уровень фрустрации. Вероятно, таким студентам необходимо развивать навыки преодоления фрустрирующих ситуаций.

Состояние ригидности характеризует неготовность к изменениям программы действия в соответствии с новыми ситуационными требованиями. В результате проведенного исследования, у 66 % испытуемых выявлен низкий уровень ригидности. Вероятно, большинство студентов более подвижны, знают, когда необходимо действовать по ранее выработанным стереотипам поведения, а когда и дать возможность самой ситуации определять, то, каким образом они будут в ней действовать. У таких студентов редко возникают проблемы с правильной адаптацией в различных повседневных ситуациях.

УДК 159.9

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАМЕНТА СТУДЕНТОВ В СТРЕССОВЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Бондарь Е. В., Кандауров Н. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Полуйчик Т. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Темперамент – это врожденная характеристика, которая зависит от свойств нервной системы, является одним из наиболее значимых свойств личности.

Психика каждого человека уникальна. Ее неповторимость связана как с особенностями биологического и физиологического строения и развития организма, так и с единственной в своем роде композицией социальных связей и контактов. Если студенты отличаются друг от друга типами темперамента, то и поведением в стрессовых ситуациях также будет отличаться.

Преодоление стресса – необходимое условие успешного выхода из экстремальной ситуации. Способность управлять своим эмоциональным состоянием, снижать уровень нервного напряжения, справляться с волнением и страхом во многом зависит от темперамента человека.

В данном исследовании студентам было предложено пройти тест на определение типа темперамента по личностному опроснику Г. Айзенка, а также тест на определение темперамента в стрессовых ситуациях. Был сделан анализ, представленный в процентах и диаграммах.

По итогам теста на определение типа темперамента по личностному опроснику Г. Айзенка, были получены следующие результаты: сангвиники составили 35 %, холерики – 26 %, флегматики – 22 %, меланхолики – 17 %.



Рисунок 1 – Определение типа темперамента по личностному опроснику Г. Айзенка

Результаты теста на определение ведущего типа темперамента в стрессовых ситуациях следующие: сангвиники составляют 32 %, холерики – 0 %, флегматики – 49 %, меланхолики – 19 %.

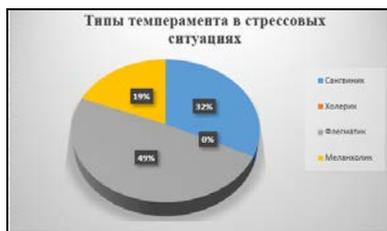


Рисунок 2 – Определение темперамента в стрессовых ситуациях

Флегматик, по сравнению с другими типами, владеет высоким уровнем стрессоустойчивости, ориентирован на решение задач по выходу из сложившейся ситуации. Меланхолик имеет низкий уровень стрессоустойчивости, ориентирован на избегание от сложившейся ситуации. Что касается сангвиника, он дружелюбный и легко приспосабливается к любым ситуациям.

Проведя исследование, мы пришли к выводу, что тип темперамента взаимосвязан с некоторыми особенностями личности. Поведение студента в стрессовой ситуации обусловлено, не только темпераментом, но и другими факторами. Чтобы выявить влияние других факторов, необходимо провести отдельное исследование.

УДК 159.9.075

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ПРЕДПОЧТЕНИЙ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ  
УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ  
УВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Видрук Д. А.*

*Научный руководитель: старший преподаватель*

*Башкирова Ю. В.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Общеизвестно, что высшее образование призвано быть важной ступенью формирования разносторонне развитой и критически мыслящей личности. В настоящее время целью высшего профессионального образования является усвоение студентами определенных знаний, умений, навыков, достижение ими уровня образованности. В современных условиях развития системы образования изменяются предпочтения студентов в процессе учебной деятельности. Поэтому для анализа ситуации был проведен опрос.

В опросе участвовало 109 студентов 1-ого и 2-ого курсов в возрасте от 16 до 21 года из различных университетов г. Минска: 65 опрошенных – студенты БНТУ, 11 – БГЭУ, 23 – БГМУ, 10 – другие университеты. Среди опрошенных практически равное количество представителей мужского и женского полов.

Изначально было проведено сравнение среднего балла аттестата и среднего балла после сдачи сессии, у 57 студентов из 109 (учитывая, что первокурсники еще не сдавали сессию) имеют расходящиеся средние баллы, т. е. в школе они учились лучше.

Многие студенты поступили в университет для получения знаний, диплома, приобретения новых знакомств, посещают все пары (63 % – БНТУ, 100 % – БГМУ, 64 % – БГЭУ) и приходят на них вовремя (77 % – БНТУ, 100 % – БГМУ, 100 % –

БГЭУ). Самыми частыми причинами неявки студента на пары являются лень, сон, усталость, работа. На вопрос «Чем вы обычно занимаетесь на перерывах?» были получены следующие ответы: кушаю (71 % – БНТУ, 78 % – БГМУ, 64 % – БГЭУ), общаюсь с одногруппниками и друзьями (83 % – БНТУ, 100 % – БГМУ, 73 % – БГЭУ) и готовлюсь к занятию (22 % – БНТУ, 91 % – БГМУ, 55 % – БГЭУ). Выявлена интересная закономерность: большинство студентов БНТУ конспектируют лекции, только 30 % студентов БГМУ и 45 % БГЭУ. На вопрос об использовании электронных ресурсов и книг в подготовке к учебным занятиям, студенты БНТУ ответили: иногда – 51 %, редко – 31 %, всегда – 12 %, учащиеся БГМУ всегда пользуются и студенты БГЭУ: иногда – 73 %, всегда – 27 %. Это говорит о том, что информационные технологии внедрились также и в процесс учебной деятельности. По результатам исследования больше всего студентов БНТУ интересуют гуманитарные дисциплины (54 %), БГЭУ – технические (73 % опрошенных), БГМУ – технические (48 %). Кроме этого, на вопрос «Вам нравятся больше лекции или практические занятия?» были получены следующие данные: 74 % студентов БНТУ нравятся лекции, т. к. на них они получают материал для практических занятий, 91 % опрошенных студентов БГМУ проголосовали за практические занятия, т. к. это для них интереснее, почти равное количество опрошенных БГЭУ за лекции и за практические занятия.

Данная сравнительная характеристика предпочтений студентов в учебной деятельности показала, что в каждом университете Республики Беларусь имеются свои предпочтения. Однако, на наш взгляд, следует продолжить исследование гуманитарных предпочтений студентов БНТУ и выявить их мнения и пожелания по углублению дисциплин гуманитарного профиля с целью формирования разносторонне эрудированного и конкурентоспособного современного молодого специалиста технического профиля.

УДК 159.9

## **ИЗУЧЕНИЕ СИТУАТИВНОЙ И ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ У СТУДЕНТОВ**

*Галенчик Л. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Полуичик Т. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Изард говорил, что понятие тревожности занимает важное место в психологических теориях и исследованиях, но не хватает четкого широко принятого определения.

Большинство определений склонны рассматривать тревожность как унитарное состояние и не улавливают ее сложности. Проблема тревожности представляется целым комплексом феноменов, включающая в себя страх, враждебность, страдание, стыд, вина, психофизиологическое возбуждение.

Тревожность, в психологии рассматривается как устойчивое личностное образование, сохраняющееся на протяжении длительного, времени, переживание эмоционального дискомфорта, предчувствие грозящей опасности. Чувство тревоги может возникать в конкретных ситуациях, но может и являться некоторым фоном жизни студента.

В данном исследовании студентам было предложено пройти тест на определение уровня тревожности по личностному опроснику Спилбергера, а так же определить уровень ситуативной и личностной тревожности. Был сделан анализ, представленный в процентах и диаграммах.

Спилбергер-Ханин выделял два вида тревожности: ситуативная и личностная.

Он считал, что ситуативная тревожность – это чувство беспокойства, которое возникает у человека в данной ситуации, высокая ситуативная тревожность мешает студенту в учебной деятельности, может вызвать чувство страха.

Так же о личностной тревожности Спилбергер имел мнение как о характерологическом свойстве человека, которое он должен знать и себя психологически готовить к сложным ситуациям. Для студентов наиболее благоприятны сочетания средней личностной тревожности с умеренной ситуативной тревожностью.

По итогам теста на определение уровня тревожности по личностному опроснику Спилбергера, в ситуативной тревожности были получены следующие результаты: низкий уровень выявлен у 15 % студентов, умеренный – у 45 %, высокий – 40 % опрошенных. Результаты проведенного исследования показали, что у большинства опрошенных студентов (85 %) уровень ситуативной тревожности умеренный и высокий.

Результаты исследования на определение уровня личностной тревоги следующие: низкий уровень отмечается у 5 % опрошенных, умеренный – составляет 40 %, высокий – 55 %.

Высокий и умеренный уровень личностной тревожности часто сопровождается физиологическими симптомами, такими, как сердцебиение и учащенное дыхание. Такие студенты склонны к аддитивному поведению, эмоциональным нарушениям личности. Они боятся неудачи и очень эмоционально реагируют на их появление.

В результате проведенного исследования, выявлено, что большинство студентов имеют повышенную тревожность: и личностную, и ситуативную. Учеба в ВУЗе – это вид основной деятельности юношей и девушек, который вызывает большие эмоциональные нагрузки, новую социальную ситуацию, высокую познавательную активность, дефицит времени. Таким студентам необходимо овладеть навыками регуляции тревожности в стрессовой ситуации.

## **ЮМОР В ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ**

*Дубинка Г. Ю.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Данильчик О. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Юмор как психологический феномен активно стали изучать с середины XX в. Чапман и Фут, а также Гольдштейн и Макги заложили фундамент для исследований юмора в 1970-х и 1980-х гг [1].

Психологи включали юмор в критерии оценки личности. Многие психотерапевты и психологи связывают юмор с социальным аспектом поведения, который является врожденным и проявляется в различных видах деятельности индивида. Часто юмор связывают с состоянием человека, с его реакцией на события в жизни. Так, по мнению Аптера, в течение обычного дня мы много раз переключаемся между серьезным и игривым состояниями сознания [1]. Юмористический, игривый способ деятельности может иметь место в течение кратких моментов или длительных периодов времени.

Можно выделить следующие полезные функции юмора: снижение напряжения и эмоциональная разрядка, сглаживание аффекта страданий, стимуляция интеллектуальной деятельности, помощь в творческом подходе к проблеме, помощь в организации взгляда со стороны, облегчение восприятия жизненных проблем, исследование «запретных» тем в спокойной и благоприятной обстановке [2].

Было проведено исследование уровня развития юмора у студентов ФГДЭ, БНТУ. Принимало участие 31 человек. Исследование проводилось при помощи теста «Как у вас с чувством юмора?» [3].

По результатам исследования отмечено что: высокий уровень развития юмора имеют 13 % от выборки. У таких людей

юмор просто «бурлит», даже перехлестывает через край [3]. Иногда такое поведение может быть утомительным и являться барьером в общении с другими людьми.

Хорошим уровнем юмора обладают 29 % от выборки. Такие люди обладают здоровым, реальным чувством юмора [3].

Средним чувством юмора имеют 42 % от выборки. Даже в хорошем настроении слишком практичны, трезвы в суждениях [3].

Низкий уровень развития юмора имеют 16 % от выборки. Такие люди мрачны, воспринимают шутки как обиду или оскорбление, общаться с ними бывает сложно из-за некоторой их подозрительности к содержанию юмористических фраз и шуток.

Многие психологи и психотерапевты приходят к выводу, что адекватный уровень развития юмора – это признак психического здоровья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Род. М. «Психология юмора» – Режим доступа: <https://klex.ru/nzv>. – Дата доступа: 30.09.2021.

2. Селиванова, Э. Ю. Роль юмора в жизни человека / Э. Ю. Селиванова ; науч. рук. О. В. Данильчик // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке : материалы Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов (23–24 мая 2019 года) / редкол.: С. А. Иващенко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019.

3. Сизанов А. Н. Познай себя: Тесты, задания, тренинги, консультации / А. Н. Сизанов. – Мн: Полымя, 2001. – С. 301–302.

УДК 159.99

## **ПРОЯВЛЕНИЕ СИНДРОМА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛИЗАЦИИ**

*Жизневская М. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Леонтьева Т. Г.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Каждый человек попадал в стрессовую ситуацию или у него были большие нагрузки по учебе или работе. В этот период многие жалуются на усталость, агрессивность, что можно объяснить понятием «выгорания». Впервые такое понятие как эмоциональное выгорание было озвучено американским психиатром Гербертом Фрейденбергером в 1974 году. А позднее исследования в данном направлении продолжил профессор психологии Калифорнийского университета в Беркли Кристиной Маслач и как итог появился термин «синдром выгорания». «Синдром выгорания» или как часто можно услышать сгорания – это состояние психического, физического и психологического истощения, полученное из-за нерешенного стрессового фактора (стресса). Этот термин принято рассматривать в качестве совокупности трехкомпонентной модели выгорания:

1. Эмоциональное истощение. Данное понятие раскрывается в чувстве усталости вызванное работой. Это изнурение в результате чрезмерных нагрузок, которые человек устанавливать себе сам или которые ему навязываются системой ценностей или обществом, что приводит к истощению энергии, внутренних ресурсов человека.

2. Деперсонализация – это расстройство собственного восприятия, это циничное отношение к труду и объектам труда. Главный признак деперсонализации – ощущение, будто человек теряет физическую связь с миром вокруг и собственным телом.

3. Редукция личностных достижений связана с чувством пессимистичного оценивания своих достоинств и возможностей, либо – ограничение собственные возможностей и обязанностей по отношению к другим.

С целью изучения эмоционального выгорания у студентов технического вуза было проведено исследование, с использованием методики «Синдром выгорания» К. Маслач, в котором участвовало 38 человек. Данная методика определяет уровень эмоционального выгорания по трем вышеперечисленным шкалам.

По полученным результатам было выявлено, что эмоциональное истощение высокого уровня развития наблюдается у 5,6 % от выборки. Для них характерно отсутствие интереса к окружающему миру, появление первых признаков депрессии, агрессии и гнева. Средний уровень развития наблюдается у 61,1 % от выборки. Такие студенты «отстранены» от внешнего мира, наблюдается усталость. С низким уровнем развития эмоционального истощения выявлено 33,3 % студентов, что соответствует нормальным эмоциональным реакциям.

Высокий уровень деперсонализация наблюдается у 16,7 % студентов, участвующих в исследовании. В их поведении наблюдается конфликтность, зависимость от других, негативное отношение и безразличность к коллегам и знакомым. Для среднего уровня характерно скрытое недовольство окружением их родом деятельности, формальное отношение к людям (наблюдается у 66,6 % от выборки). Низкий уровень наблюдается у 16,7 % студентов, что соответствует нормальному отношению к людям.

Редукция личностных достижений с высоким уровнем наблюдается у 83,3 % студентов. При этом уровне развития оценка своих достижений находится в пределах нормы. Для среднего уровня характерно занижение своих результатов, появляются мысли о том, что студент мог бы сделать больше и лучше. Это характерно для 11,2 % от выборки. Низкий уровень редукции личностных достижений выражается в критике

своей работы, в недовольство ее, в непонимании для чего ты стараешься. Это наблюдается у 5,5 % испытуемых.

Также было проведено дополнительное исследование на изучение темперамента по тесту Айзенка. В нем приняли участия те же студенты. По полученным результатам было получено по шкале лжи 16,6 % студентов превысили норму лжи, а 83,4 % были честны.

Меланхолики составили 5,5 % от выборки. Они ранимые, тихие, рассудительные, не общительные. Флегматики (27,7 % испытуемых) – это спокойные, взвешенные, но склонные к апатии; целенаправленные. Они нерешительны в общении. Сангвиники доверчивые, общительные, веселые, самоуверенные и беззаботные. Таких студентов насчитывается 22,2 % от выборки. Холерики (27,7 % исследуемых). Они импульсивные, непостоянные, агрессивные.

По результатам опроса выявлено, что в группе большая часть студентов имеет средний уровень эмоционального истощения и деперсонализации, высокий уровень встречается у небольшой части. А редукция личностных достижений у большей части находится в нормальном состоянии, а меньше всего встречается низкий уровень. Что объясняется показателями темперамента, где больше половины сангвиники и холерики способные справиться с эмоциональным выгоранием.

УДК 159.99

**ПОКАЗАТЕЛЬ РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ  
У СТУДЕНТОВ, КАК ФАКТОР ПРОЯВЛЕНИЯ  
УСПЕШНОСТИ В ПРИОБРЕТЕНИИ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ,  
УМЕНИЙ И НАВЫКОВ**

*Змитроченко О. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Леонтьева Т. Г.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Под способностями Б. М. Теплов рассматривал такие психические особенности, которые обуславливают успешность выполнения какой-либо деятельности, обеспечивая легкость и быстроту ее усвоения или успешность приобретения и реализации знаний, навыков и умений.

Понятие «Профессиональные способности» характеризуют индивидуально-психологические возможности субъекта деятельности успешно осваивать и выполнять трудовую деятельность на всем протяжении профессионального пути с учетом особенностей развития личности и изменения требований конкретной деятельности. Успешность освоения и реализации трудовой деятельности определяется не только особенностями познавательных и психомоторных процессов, характеризующих способности, но и такими качествами субъекта деятельности, как особенности мотивации, темперамента, эмоционально-волевой сферы, характера, а также физиологическими и физическими особенностями субъекта, которые также влияют на эффективность учебной и трудовой деятельности.

В психологической практике довольно часто в понятие «профессиональные способности» включают не только характеристики способностей, но и особенности специфических для конкретной профессии профессионально важных качеств. Изучению психологической структуры профессиональных

(специальных) способностей посвящены работы Б. М. Теплова (музыкальные), К. К. Платонова (летные), Л. И. Уманского (организаторские), В. А. Крутецкого (математические) и др.

Приступая к освоению профессиональной деятельности, субъект располагает определенными психическими свойствами, некоторые из которых являются профессионально важными. Эти свойства характеризуются определенным уровнем развития функциональных и операционных механизмов.

В процессе освоения профессии и становления психологической системы деятельности происходит перестройка операционных механизмов психических свойств в соответствии с требованиями деятельности. В. Д. Шадриков называет этот процесс перестройкой операционных механизмов в оперативные. Данный процесс составляет сущность интимного процесса развития профессионально важного качества.

С целью определения склонностей и способностей у студентов 3 курса факультета энергетического строительства БНТУ к различным сферам деятельности проводилась методика «Карта способностей» О. Е. Смирновой, которая определила направленность индивидуальных склонностей и способностей студентов к различным сферам деятельности.

В научном эксперименте участвовало 78 студентов, из них 64 юноши и 14 девушек.

На основании полученных данных у студентов на высоком уровне развиты такие способности как: аналитико-математические (64 %), конструкторско-технические (64 %), спортивно-физические (52 %), организаторские (41 %), коммуникативные (42 %), а также работа со знаковыми системами (39 %).

Аналитико-математические способности связаны у студентов с умением разделять целое на части, представлять сложное в виде простых составляющих, устанавливать связи объекта с определенными его свойствами. Аналитические умения на основе выявленных закономерностей (взаимосвязи объекта прогнози-

рования и факторов, влияющих на него) позволяют построить математическую модель, выраженную системой уравнений.

Способность к работе со знаковыми системами проявляется у студентов в умении работать с таблицами, чертежами, схемами, картами. Студенты этой группы хорошо оперируют числами, мыслят умозрительно, могут долгое время концентрировать внимание, с интересом работают с формулами, цифрами, и т. д.

Важными способностями у студентов технического вуза являются конструкторско-технические умения, которые выражаются в навыках моделирования пространства, преобразовании предметных отношений различными способами – надстраиванием, пристраиванием, комбинированием, конструированием по образцу или по собственному замыслу. Технические способности раскрываются в умении студентов читать чертежи, разбираться в схемах технических устройств и их работе, решать физико-технические задачи. К техническому конструированию также относятся умения конструировать из строительного материала, деталей конструкторов, крупногабаритных модулей, а также конструировать на базе компьютерных программ. Данная категория студентов отличается высоким уровнем развития наблюдательности, пространственного воображения, технического мышления, способностью к комбинированию, креативности и гибкости мышления.

Спортивно-физические способности определяются у студентов такими физическими качествами как: быстрота, мышечная сила, выносливость, ловкость и гибкость. У таких студентов наблюдается высокий уровень развития двигательных качеств, которые проявляются в быстром освоении спортивной техники, умении адаптироваться к напряженным условиям тренировочного и соревновательного процессов, высокой мобилизационной готовности. Они быстро восстанавливаются после физических нагрузок.

Высокий уровень развития коммуникативных и организаторских связей с умением быстро ориентироваться в трудных ситуациях. Эти студенты непринужденно ведут себя в новом коллективе, испытывают, потребность в коммуникативной и организаторской деятельности и активно стремятся к ней, это инициативные люди, которые предпочитают в важном деле или в создавшейся сложной ситуации принимать самостоятельные решения, отстаивают свое мнение и добиваются, чтобы оно было принято другими. Они могут внести оживление в незнакомую компанию, любят организовывать разные мероприятия, настойчивы в деятельности, которая их привлекает, и сами ищут такие дела, которые бы удовлетворяли их потребность в коммуникации и организаторской деятельности.

Такие способности как филологические (44 %), художественные (52 %), работа со знаковыми системами (33 %) развиты у студентов на среднем уровне.

Средний уровень развития филологических способностей обеспечивает относительно грамотное владение языком (знание фонетики, лексикологии, грамматики, стилистики). Такие студенты готовы работать с представителями различных социальных групп, соблюдая нормы культурной этики и выбирая доступный и понятный конкретной аудитории способ изложения мысли.

Художественные способности связаны с художественным творчеством в определенной сфере искусства, характеризующие степень освоения этой деятельности в мировоззренческом плане (способность продуцировать идею произведения искусства как «свой мир», который вызовет отклик у зрителя, слушателя, читателя). Это особенности зрительной системы человека (тонкость цветоразличия, зрительная память, координация глаза и руки, и пр.). Соответственно, такие студенты обладают чувствительностью зрительного анализатора, позволяющего достаточно точно передавать форму, пропорции и светотеневые отношения, которые необходимы студентам

технического вуза при построении и проектировании деталей, чертежей, технических характеристик объекта и т. п.

Слабо выражен интерес к природоохранной и сельскохозяйственной области (у 53 % студентов).

В результате психологического анализа у студентов БНТУ выявлены профессионально важные психические процессы (способности), свойства и состояния, способствующие более успешному и быстрому овладению профессией.

УДК 159.9

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОСПИТАНИЯ НА САМООЦЕНКУ РЕБЕНКА И ЕГО САМООЩУЩЕНИЯ ВО ВЗРОСЛОЙ ЖИЗНИ**

*Кобель А. О.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Башкирова Ю. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь*

Самооценка – это непосредственная оценка себя. Она формируется к возрасту 4–5 лет, но чувствительна к различным факторам. Целью данного исследования было выявление факторов, воздействующих на становление самооценки. Установление взаимосвязи и влияния методами математической статистики на этом этапе исследования не планировалось. Был использован метод анкетирования. В исследовании приняли участие 32 человека (62,5 % в возрасте 17–18 лет, 37,5 % в возрасте 19–23).

Так, отвечая на вопросы анкеты, 60 % опрошенных ответили, что они достаточно близки со своими родителями и могут даже заявить, что один из членов семьи их лучший друг. Было выяснено, что почти у половины испытуемых есть родные братья и/или сестры. Некоторые заявили, что временами могли чувствовать зависть к ним. Многочисленные исследования

показывают, что наличие младшего брата или сестры может отрицательно сказываться на поиске партнера в жизни, в случае, когда старшего заставляли быть нянькой младшему. Как было выявлено, в случае проступков ребенка воспитательные меры к нему были вариабельны: (рисунок 1.)

42,10 % – указывали на недостатки на уровне личности (путем оскорблений).

39,5 % – на недостатки на уровне поступков.

10,5 % – применялись жалобы родственникам.

7,9 – применяли физическое насилие.

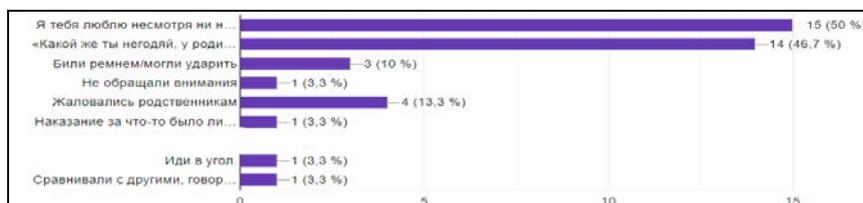


Рисунок 1 – Варианты воспитательных мер

Кроме этого, равное количество опрошенных указало, что их родителям важно мнение окружающих, такие же показатели получены в ответах на вопрос «Важно ли вам одобрение окружающих?» Отсюда можно сделать вывод, что так или иначе самооценка родителей непосредственно влияет на становление самооценки ребенка.

При возникших проблемах, опрашиваемые стараются решить их самостоятельно, в крайнем случае обращаются за помощью к родителям или друзьям. В 35 % случаях люди могут опустить руки и раздуть из мелочи настоящую проблему. Но при возникновении настоящей проблемы, люди ведут себя разнообразно: по 26,67 % занимаются самобичеванием, игнорированием проблемы, находят мотивацию ее решить, по 10 % ищут виноватых или же все бросают.

31,3 % опрошенных заявили, что не чувствуют себя удовлетворенными, когда достигают целей, 28,1 % заявляют, что такое бывает иногда, а 46,9 % на вопрос «Бывают ли у вас ощущения, что вы живете не своей жизнью?» ответили, что бывают. На основании этих данных мы думаем, что родители навязывали определенную линию поведения в той или иной ситуации маленьким детям, а при проявлении своего мнения у ребенка, оно подавлялось. Мы можем предположить, что во взрослой жизни такой выросший ребенок будет ориентироваться на указы окружающих и ждать одобрения.

Считаем, что для гармоничного развития личности взрослому очень важно научить ребенка самостоятельному выражению своего мнения и точки зрения.

УДК 621.762.4

## **ВЛИЯНИЯ ВИДЕОИГР НА СТУДЕНТОВ**

*Кусакова С. С.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Поликша Е. В.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

В своей работе «Влияние видеоигр на студентов» рассматриваются такие понятия игра, игровой мир. Поднимается проблема отношения к играм в обществе, рассматриваются плюсы и минусы игровой деятельности, приводится статистика, собранная на основе 200 учащихся УО «БНТУ».

В ходе проведения работы были опрошены около 200 студентов БНТУ. Среди опрашиваемых 77,92 % составили мужчины, 22,08 % – девушки. В играх проводили времени: 139 человек – 2–4 часов в неделю; 17 человек – 4–10 часов в неделю; 30 человек – 11–20 часов в неделю; 9 человек – 21–30 часов в неделю; 5 человек – больше 30 часов в неделю. Игры в компьютерные игры с целью отдохнуть после

тяжелого дня и ради развлечения 89,58 % опрошенных, цель 10,42 % опрошенных – убить время. Во время игрового процесса проявляются негативные эмоции во время игрового процесса у 13,12 % опрошенных, остальные 41,53 % испытывают малозаметное раздражение, 45,35 остаются спокойны. У больше половины опрошенных зрение хорошие, однако 18,42 % человек имеют плохое зрение, не могут без очков или контактных линз. Средний балл за последние экзамены, тесты и другое у 21 человек составил 9–10 баллов, у 86 человек – 6–8, у 75 человек – 4–6, у 18 человек – 2–4.

Большинство людей родившихся после 2000-го года ежедневно играют в видеоигры. Это обычное времяпрепровождение, чтобы скоротать время, либо же получить особые эмоции. Так как игры невероятно разнообразны и любой человек при желании может найти что-то себе по душе. Игры развивают скорость мышления, реакцию и прочие вещи широко применяемые в игровом процессе. Нельзя забывать и про существование образовательных игр. Это игры, которые изначально создавались с целью не столько дать приятные ощущения, сколько научить игрока чему-то новому. Большинство таких игр направлено на детскую аудиторию. Ибо взрослая аудитория при необходимости может добыть интересующую информацию более простыми методами. Однако несмотря на перечисленные плюсы, в обществе на данный момент широко распространено мнение о том, что игры пагубно влияют на человека. Зависимость, неуравновешенное состояние, а иногда даже и суицид – все это причисляют к влиянию игр. Нельзя сказать, что все это абсолютная ложь, так как такие случаи действительно зарегистрированы. Люди действительно легко поддаются влиянию игр. И это опасно в большей степени для детей. Дети в большинстве своем не способны контролировать этот соблазн, так как они живут сегодняшним днем. Они не думают про образование и будущее, они думают о том, что могут прямо сейчас получить гамму эмоций с помощью игр, и

иногда это желание поглощает их целиком. Обязанность родителей не полностью отсечь доступ к играм, а контролировать состояние ребенка. Ведь при должном контроле однажды ребенок наиграется, повзрослеет и уже будет способен сам оценивать необходимое время для игр. Вряд-ли он полностью забросит игры. Но они уже не будут представлять какой-либо угрозы. Игры превратятся в хобби. С другой стороны ребенок, которому всю жизнь запрещали игры однажды в более взрослом возрасте может сбросить оковы жесткого контроля и с головой погрузиться в этот мир. В то время когда его сверстники уже могут контролировать свою тягу к играм, он будет захлеб проводить в них все свое время, то время, которое уже необходимо тратить на образование и свое будущее. Из-за своего сильного влияния видеоигры частично формируют тип личности человека. И этот тип строго зависит от множества факторов. Человек может абсолютно утратить коммуникативные навыки, либо же развить их за счет общения с другими игроками. Он может быть вспыльчивым, но способным принимать быстрые решения, как игроки шутеров, либо же быть рассудительным и внимательным, как игроки различных стратегий. И таких примеров можно привести множество. Так что вывод заключается в том, что видеоигры нуждаются в контроле, но не в запрете. Ибо при необходимых условиях они могут воспитать крайне сильные стороны человека. При достаточной самоактуализации человек может совмещать компьютерные игры и профессиональную деятельность такую, как учеба.

Практическое значение компьютерных игр оказывают значительное влияние на мировосприятие, мироощущение, миропонимание современного человека, становятся не только объектами культурного досуга, но и новой профессиональной деятельностью.

В ближайшем будущем значительно изменятся типичные представления людей о принятом времяпрепровождении за

персональным компьютером. Развитие игр продолжается. И актуальность исследований будет оставаться всегда, так как видеоигры это не то, что должно выходить из под контроля. При должном внимании к видеоиграм и их влиянию на общество и на человека в частности, из игр можно будет извлекать исключительно пользу.

УДК 159.99

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ**

*Лазаренко П. О., Гиндина Я. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Данильчик О. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В последнее время молодежь все чаще переходит на сторону здорового образа жизни. Они стараются продвигать в общество мысль: «Здоровый образ жизни (ЗОЖ) – наше будущее». ЗОЖ, по определению ВОЗ, представляет собой «оптимальное качество жизни, определяемое мотивированным поведением человека, направленным на сохранение и укрепление здоровья, в условиях воздействия на него природных и социальных факторов окружающей среды» [1]. В самом понятии «ЗОЖ» учитывается два фактора – генетика человека и ее соответствие настоящим условиям жизнедеятельности. Здоровье общества более чем на 50 % зависит от образа жизни.

Для исследования этого вопроса был проведен опрос среди студентов 2 курса БНТУ при помощи тестов «Насколько Вы зависимы от курения?», «Почему Вы курите?» [2]. В исследовании приняло участие 40 студентов.

По результатам анкеты отмечено:

– 40 % от выборки стараются вести здоровый образ жизни, имея при этом некоторые вредные привычки;

- 60 % от выборки считают у себя курение вредной привычкой;
- 30 % от выборки не имеют вредных привычек;
- 50 % от выборки курят каждые 2–3 часа, такая частота объясняется курением «за компанию», а не сильной потребностью.

Эта привычка является самой распространенной вредной привычкой, и, по мнению курильщиков самой безобидной.

Здоровый образ жизни оказывает существенное влияние на иммунитет. Согласно опросу те, кто недавно поменял свой образ жизни и выбрал ЗОЖ, заметили улучшения самочувствия, настроения и мировосприятия.

Можно отметить 7 основных аспектов «ЗОЖ» [1]: физическая активность, сбалансированное питание, отсутствие вредных привычек, гигиенический уход, полноценный сон и отдых, оздоровительные процедуры и эмоциональный настрой. Принято считать, что привычка формируется в течение 21 дня. Следуя вышеперечисленным правилам, человек может сформировать привычку, которая поможет ему продлить жизнь и отдалить процесс старения. Очень важно соблюдать основы «ЗОЖ» в комплексе. То есть если следить за личной гигиеной, заниматься спортом и правильно питаться, но при этом курить – вредная привычка может затормозить позитивные изменения.

Повседневная реализация здорового образа жизни зависит от осознанного и ответственного отношения к своему здоровью, уровня его гигиенической культуры, его жизненных целей и ценностных ориентаций.

Каждый человек обязан заботиться о своем здоровье. Без этого важного жизненного фактора трудно представить полноценную жизнь счастливого современного человека. Ведь роль здорового образа жизни в современной жизни неоспорима. Человек здоровый до глубокой старости остается молодым

и активным, полноценно участвуя в социальной жизни и получая удовлетворение от жизни.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Про здоровый образ жизни... – Режим доступа: <https://health.bashkortostan.ru/presscenter/news/374261>. – Дата доступа: 27.10.2021.

2. Сизанов А. Н. Познай себя: Тесты, задания, тренинги, консультации / А. Н. Сизанов. – Мн: Полымя, 2001. – С. 29–31.

УДК 159.99

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ И ГОТОВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Маркитантов Н. Р.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Данильчик О. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В современном обществе остро ощущается тема неразумного потребления, вследствие чего лишь усиливается эффект экологического кризиса. Пандемия COVID принесла ощутимые экономические потрясения по всему миру, из-за чего предприятия все больше отдают предпочтение более эффективным технологиям производства, а население “голосует” за более дешевую продукцию. Тем не менее выгода не возникает на пустом месте, в данном случае, выгода предприятия означает пренебрежение экологически-чистыми технологиями, и замещение их более производительными, что ведет к экологическим потерям и вреду окружающей среде, в том числе и вреду человеческому организму.

Финансирование и внедрение экологически чистых технологий позволит не только снизить нагрузку на окружающую среду, но и снизить расходы в сфере здравоохранения. Однако, к примеру, использование альтернативных источников энергоносителей, такие как ветроэнергетика и солнечная энергетика приведет к подорожанию самого электричества для конечного потребителя. Впрочем, это так же означает, что чаще будет происходить более разумное потребление, в том числе экономия электроэнергии.

Для оценки готовности населения переплачивать за более энергоэффективные технологии и более экологически чистые способы получения электричества, экологически чистую продукцию, подлежащую вторичной переработке, произведенную из вторичного сырья, была выбрана методика А. Сидельковского «Развитость моего экологического сознания», а также была составлена анкета. В анкетировании приняло участие 66 респондентов из которых: 59,1 % имеют высшее образование, 28,8 % студенты, 53 % работают. В результате анкетирования по методике А. Сидельковского (менее 18 баллов – низкий уровень; от 18 до 27 баллов – средний уровень; свыше 28 баллов – высокий уровень) среднее значение среди студентов составило 19,17 балла, 28 и 14 максимальное и минимальное значение соответственно. Среди работающих респондентов среднее значение составило 19,26 балла, 28 и 8 максимальное и минимальное значение соответственно. Среди респондентов, имеющих высшее образование, среднее значение составило 18,77 балла, 27 и 8 максимальное и минимальное значение соответственно. Результаты анкетирования «Готовность переплачивать за экологически чистые технологии» (менее 6 баллов – низкий уровень, от 7 до 12 – средний уровень, более 13 баллов – высокий уровень) составили: среди студентов среднее значение – 8,56 балла, 11 и 5 максимальное и минимальное значение соответственно, среди респондентов имеющих высшее образование среднее значение – 9,77 балла, 12 и 6 макси-

мальное и минимальное значение соответственно и среди работающих респондентов среднее значение – 9,66 балла, 12 и 6 максимальное и минимальное значение соответственно.

В результате исследования можно сделать вывод, что развитость экологического сознания у всех опрошенных групп населения находится на среднем уровне, однако минимальный уровень выше у студентов, как и максимальный уровень встречается чаще, что говорит о положительном развитии личного экологического сознания со сменой поколения. Готовность переплачивать за экологически чистые технологии, в свою очередь выше у групп респондентов, имеющих высшее образование и работающих, что обусловлено более обширными финансовыми возможностями.

УДК 159.99

## **СПОСОБЫ И ФУНКЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ СТУДЕНТОВ**

*Шардыко Е. П.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Данильчик О. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Начиная с раннего детства, и в течение всей жизни, в психике человека возникают и развиваются механизмы, традиционно называемые «психологические защиты». Концепция механизмов психологических защит представлена А. Фрейд, в частности в ее работе «Психология Я и защитные механизмы» [1]. Для изучения защитных механизмов было проведено исследование. В нем приняли участие студенты 2 курса БНТУ. Исследование было проведено по методике «Личностный опросник Плутчика – Келлермана – Конте» [2]. Он измеряет 8 видов защитных механизмов. Отрицание – это нежелательные и фрустрирующие обстоятельства, эмоции, факты отрицаются

и не признаются [3]. Наблюдается у 32,19 % от выборки. Вытеснение – похожий на отрицание защитный механизм, при котором неприемлемые внутренние импульсы, желания, чувства, мысли вытесняются в подсознание и становятся полностью неосознаваемыми и бессознательными [3]. Отмечено у 50,71 % от выборки. Регрессия – эта психозащита представляет собой возврат к более раннему этапу или состоянию, когда угрожающих и тревожащих стимулов не было, к тому, что воспринимается как безопасный и подконтрольный срез реальности [3]. Наблюдается у 57,42 % от выборки. Компенсация – этот механизм защиты человек может применять, когда хочет сгладить свой недостаток, нежелательное качество или чувство каким-то другим [3]. Наблюдается у 49,49 % от выборки. В основе проекции лежит приписывание другим людям тех качеств, мыслей, импульсов и чувств, которые индивид считает неприемлемыми и недостойными [3]. Имеют 30,35 % от выборки. Замещение – способ психологической защиты, который применяется в случае таких неодобряемых эмоций и порывов как агрессия, человек может перенаправить их с источника на более доступный и безопасный объект [3]. Наблюдается у 23,57 % от выборки. Интеллектуализация – данный механизм защиты характеризуется тем, что человек находит интеллектуальные доводы и установки, чтобы успокоить себя [3]. Имеют 40,21 % от выборки. Реактивное образование – тип психологической защиты, где неприятный и неприемлемый импульс, качество, мысль или чувство обращаются в противоположность и переразвиваются [3]. Наблюдается у 58,35 % от выборки.

По результатам опроса выявлено, что самая частая защита среди студентов – реактивное образование, самая редкая – замещение. Студенты редко используют какой-либо единственный механизм защиты, обычно они применяют различные защитные механизмы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фрейд А. «Психология Я и защитные механизмы» – Режим доступа: [https://booksafe.net/read/freyd\\_anna-psihologiya\\_ua\\_i\\_zaschitnye\\_mehanizmy-81957.html](https://booksafe.net/read/freyd_anna-psihologiya_ua_i_zaschitnye_mehanizmy-81957.html). – Дата доступа: 30.09.2021.
2. Основы психологии и педагогики: методическое пособие для студентов технических вузов / И. И. Лобач [и др]; под ред. В. А. Клименко, И. И. Лобача. – Минск, 2014. – С. 36–41.
3. Защитные механизмы психики и психодиагностика «Индекс жизненного стиля» – Режим доступа <https://4brain.ru/blog/zaschitnye-mehanizmy-psihiki/>. – Дата доступа: 30.09.2021.

*СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
И ТЕХНОЛОГИИ»*

УДК 621.793.14

**ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО  
ИСПАРЕНИЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ  
НА ОСНОВЕ ОКСИНИТРИДА ТИТАНА  
НА АРТЕРИАЛЬНЫЕ СТЕНТЫ**

*Августовский П. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются ведущей причиной смертности населения. Стентирование кровеносных сосудов в настоящее время является наиболее прогрессивным методом лечения подобного рода заболеваний. Нержавеющая сталь (316L), является наиболее часто используемым металлом для стентов. Сталь хорошо подходит по механическим свойствам и обладает достаточной коррозионной стойкостью. Однако, при использовании нержавеющей стали существует вероятность высвобождения ионов никеля, хрома и молибдена из стента, что может вызвать аллергические реакции, неоинтимальную гиперплазию (избыточное нарастание внутренней оболочки сосуда) и рестеноз (повторное сужение сосуда в месте установки стента). Поэтому проблема биосовместимости материалов стентов, в настоящее время, является актуальной.

Модифицирование поверхности стентов путем формирования покрытий является самым распространенным способом преодоления этой проблемы. Большой интерес вызывают тонкопленочные покрытия на основе оксинитридов титана из-за их способности улучшить антитромбогенные свойства, а также из-за высокого уровня гемосовместимости [1]. Титан явля-

ется биологически инертным металлом, обладает антикоррозионной стойкостью, высокими механическими показателями, оксид азота  $NO$  способствует расширению сосудов, увеличению содержания кислорода в крови, препятствует образованию тромбов и снижает пагубное воздействие стрессовых гормонов. Авторы работы [2] провели сравнительный анализ использования голометаллических стентов и стентов с биоактивным покрытием на основе оксинитрида титана. Результаты показали, что при использовании стентов с биоактивным покрытием осложнения (тромбоз/рестеноз) через 6 месяцев наблюдались у 5,6 % пациентов, у пациентов с голометаллическими стентами 18,8 %. Через 12 месяцев – 7,5 % и 8,7 %, через 24 месяца – 3,8 % и 10,1 % соответственно. Уровень оксида азота  $NO$  в крови при применении биоактивного стента был в среднем больше в 1,7 раза. Через 12 месяцев наблюдалось возвращение данного показателя к дооперационным значениям в обеих группах. В [3] установлено, что наилучшая гемосовместимость была обнаружена у покрытия состава  $TiN_{0,4}O_{1,6}$ , которое было получено при отношении парциальных давлений кислорода и азота  $p(O_2) / p(N_2) = 1/1$ .

Однако сдерживающим фактором широкого применения стентов с покрытием оксинитрида титана являются жесткие требования, предъявляемые к получаемому покрытию: высокие адгезионная и когезионная прочности, отсутствие несплошностей, дефектов, пор и трещин, минимальная шероховатость (не более 50 нм), а также толщина самого покрытия не должна превышать 1 мкм.

Метод вакуумно-дугового испарения (Arc-PVD) благодаря своим достоинствам: высокая адгезионная прочность покрытия с основой, малая пористость получаемых покрытий, возможность создания многокомпонентных покрытий, достаточная однородность покрытий, хорошая производительность является одним из наиболее эффективных способов нанесения покрытий на основе оксинитрида титана на сосудистые стенты.

Главным недостатком является вероятность образования большого количества макрочастиц или капельной фазы, если катодное пятно «задерживается» в точке испарения, наличие которых снижает эксплуатационные характеристики покрытий. Тем не менее в работе [4] приводятся аргументы, что наличие алюминия в составе катода, снижает вероятность образования капельной фазы титана в покрытиях. А результаты количественного анализа образованных на поверхности сферических кластеров показали, что концентрация азота и кислорода практически не отличается от их концентрации на участках, не содержащих указанные кластеры. Следовательно, данные кластеры не являются капельной фазой металлического титана [5].

В заключении можно сделать следующие выводы: 1. Вакуумно-дуговое испарение благодаря своим возможностям является эффективным методом нанесения покрытий на основе оксинитрида титана на артериальные стенты; 2. Покрытия из оксинитрида титана за счет высоких качественных и эксплуатационных характеристик, а также хорошей биосовместимости являются эффективным способом увеличения функциональности и долговечности использования стентов по сравнению с основным материалом изделия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, Н. М. Покрытия на основе оксинитридов титана, осажденные методом реактивного магнетронного распыления: морфология поверхности и химический состав // Современные техника и технологии: сб. докл. / Нац. исслед. Томский политех. ун-т; редкол.: О. В. Сидорова [и др.]. – Томск, 2014. – С. 327–328.

2. Сравнительный анализ использования голометаллических стентов и стентов с биоактивным покрытием при атеросклеротическом поражении поверхностной бедренной арте-

рии / А. Н. Олещук [и др.] // Вестн. Нац. медико-хирург. Центра им. Н. И. Пирогова. – 2020. Т. 15, № 3, Ч. 2 – С. 24–30.

3. Получение гемосовместимых покрытий на основе титана с помощью метода плазменно-иммерсионной ионной имплантации и осаждения металлов / И.А. Цыганов [и др.] // Вестн. Нижегородск. ун-та им. Н. И. Лобачевского, Физика тв. тела. – 2007. № 4. – С. 52–56.

4. Гончаров, В. С. Методы упрочнения конструкционных материалов. Функциональные покрытия : учеб. пособие / В. С. Гончаров. – Тольятти: Тольяттин. гос. ун-т, 2017. – 205 с.

5. Анализ морфологии и состава покрытий на основе нитрида титана, сформированных методом конденсации с ионной бомбардировкой / П. В. Орлов [и др.] // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2018. Т. 20, № 4. – С. 630–643.

УДК 62-242.2

## **УПЛОТНЕНИЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО ПОРШНЯ КОМПРЕССОРА ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

*Автух А. Л.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Орлова Е. П.*

Холодильные установки работают в условиях переменных тепловых нагрузок, в результате чего требуется предусматривать устройства, регулирующие холодопроизводительность. Внедрение многоэлементного поршня в компрессор позволяет производить регулирование [2]. Конструкция данного поршня представлена на рисунке 1.

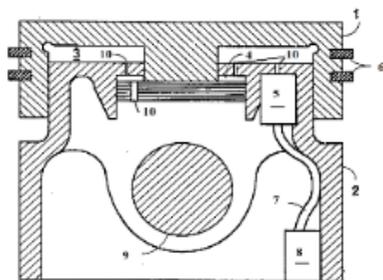


Рисунок 1 – Конструкция многоэлементного поршня:  
 1 – крышка поршня; 2 – корпус поршня, 3 – первая камера переменного объема; 4 – вторая камера переменного объема;  
 5 – инерционный насос; 6 – компрессионные кольца;  
 7 – трубка для подачи масла; 10 – масляные каналы

Многоэлементный поршень содержит первую камеру переменного объема между его крышкой и корпусом. Вторая камера переменного объема находится между корпусом и ограничителем. Обе камеры соединены между собой каналами. Таким образом, подача управляющей жидкости в первую камеру переменного объема уменьшает размер второй камеры, вследствие чего крышка поднимается вверх относительно корпуса поршня, и наоборот.

Так как детали поршня движутся друг относительно друга, необходимо предусмотреть уплотнение их сопрягаемых поверхностей. Система предусматривает некоторые перетекания между полостями, это снижает требования к герметичности. Уплотнение должно обеспечить не только хорошую герметичность полостей, но и небольшие затраты мощности на трения между перемещающимися относительно друг друга деталями уплотнения, их надежность, долговечность работы.

К основным видам уплотнения относят уплотнение поршневыми кольцами различных исполнений, плунжерное уплотнение, а также лабиринтное уплотнение. Наиболее рационально использование лабиринтного уплотнения между подвижными элементами поршня, представленное на рисунке 2.

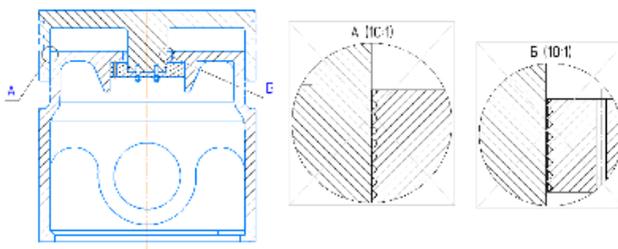


Рисунок 2 – Лабиринтное уплотнение поршня

Конструктивно лабиринтное уплотнение выполняется в виде системы кольцевых канавок, они образуют систему лабиринтовых камер. Лабиринтные камеры расположены по длине поршня на равных расстояниях друг от друга. Величину зазоров выбирают минимально возможной с учетом неизбежных температурных деформаций. Обычно они находятся в пределах от 0,05 до 0,2 мм.

Рациональность применения данного способа уплотнения обусловлена малой длиной цилиндрических поверхностей для уплотнения, и малой толщиной стенок корпуса поршня для использования поршневых колец. А так же плунжерное уплотнение предъявляет высокие требования к точности изготавливаемых деталей, их материалам, более сложное обслуживание и обеспечивает излишне высокую степень герметичности.

УДК 621.74

## МАШИНЫ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

*Алексейчиков З. П.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Литье под давлением – это такой способ литья, при котором сплав за счет высокого давления, быстро заполняет ко-

киль и приобретает форму отливки. Главное преимущество перед обычным литьем, это то, что при литье под давлением уменьшается остаточное напряжение, изменяется плотность и улучшается точность размеров. Для литья под давлением используется специальное оборудование - машины для литья под давлением, которые называются компрессорными. В компрессорной машине металл двигается под действием сжатого воздуха. Воздух под давлением подается на поверхность металла в тигле, из которого он подается в пресс-форму. Компрессорные машины бывают со статичным и подвижным металлопроводом. Машины со статичным металлопроводом имеют большую поверхность расплава, на который подается сжатый воздух, из-за чего происходит окисление расплавленного металла и  $P$  не превышает 70 Па (см. рисунок 1 а, б).

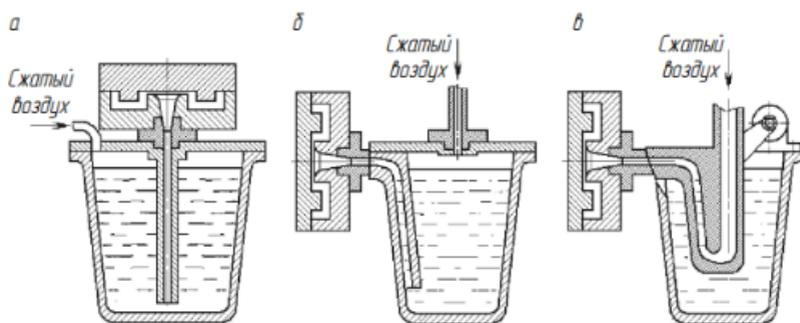


Рисунок 1 - Схемы компрессорных машин литья под низким давлением

Чаще выбирают машины с подвижным металлопроводом, т.к. в них, из-за уменьшения площади материала, на который давит воздух, повышается давление до 500 Па и уменьшается окисление расплава. Конструкция компрессорной машины (см. рисунок 2) имеет устройство смыкания и размыкания полуформ с 4 направляющими колоннами для изменения положения верхней подвижной плиты 1, верхнюю плиту для уста-

новки верхней полуформы 2, поворотный съемник отливок 4, цилиндры закрепления нижней полуформы 5, стол машины для установки нижней полуформы 6, основание машины 7, печь для плавки металла 8, систему подъема печи для точной стыковки металлопровода печи и формы 9. Рабочая зона закрывается защитным кожухом 3 [1].

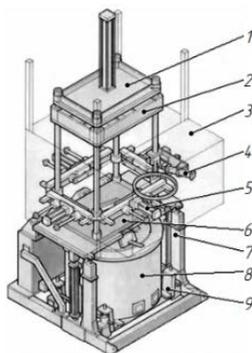


Рисунок 2 – Устройство машины для литья

Компрессорная машина работает по определенному циклу. Сначала запирается, заполняется и охлаждается кокиль, после чего размыкаются половины формы, подается поворотный съемник и выталкивается отливка. Машина имеет систему терморегулирования печи и сохранения в ней нужного Р. Для точности при дозировании металла в ходе литья используется многоэтапная структура впрыска, которая зависит от механизма отливки. Компрессорные машины, работающие по схеме, показанной на рис. 1, из-за значительного снижения газовой ликвации в отливке получили большое распространение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беккер, М. Б. Литье под давлением / М. Б. Беккер. – Москва «Машиностроение» 1990. – 400 с.

УДК 628.477.6

## ВАКУУМНЫЕ МУСОРОПРОВОДЫ

*Бабарико Д. И.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Суша Ю. И.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуумные мусоропроводы начали применять в середине 50-х годов 20-го века. Спустя больше половины века, вопрос об утилизации, вывозе и хранении бытовых и промышленных отходов остается актуальным. В течение этого времени появляются новые технологии переработки мусора и новые способы его хранения, такие как вакуумные мусоропроводы.

Вакуумные мусоропроводы устанавливают в жилых домах, больницах, бизнес-центрах, торговых центрах, развлекательных парках и спортивных сооружениях.

Вакуумный мусоропровод состоит из разветвленного трубопровода (материал трубопровода: плотный пластик), имеющего несколько ответвлений, где с помощью насоса создается вакуум, выбрасываемые в мусоропровод отходы попадают в специальный коллектор или сортировочный пункт (см рисунок 1). После того как отходы попали в сортировочный пункт они прессуются, обеззараживаются, вывозятся на свалку или на переработку.



Рисунок 1 – Система мусороотделения

Преимущества этого способа: отсутствие неприятного запаха от мусорных баков, грызунов и иных вредителей, не нужно осуществлять вывоз мусора ежедневно, герметичность, отсутствие шума, автоматика полностью заменяет ручной труд.

Данная система работает по принципу пневмопочты. Система хороша для всего района. Мусор будет попадать в распределительный пункт, откуда будет вывозиться на свалку или перерабатывающий завод.

Недостатки: долгий срок окупаемости, большой объем монтажных работ (устанавливается в новостройках, либо при капитальном ремонте).

Для упрощения процесса сортировки на распределительном пункте применяются различные цвета для определенных видов отходов.

Нами предлагаются варианты улучшения вакуумного мусоропровода:

– В урнах для бумаги можно установить пресс по диаметру трубы, то есть бумага будет прессоваться сразу как попадет в урну и в сортировочный пункт будет попадать уже прессованной.

– Урны для стекла поставить ящики, которые будут идти в сортировочный пункт.

– Если внутри трубопровода, возникнет пожар (из-за человеческого фактора), как вариант разработать вакуумную систему пожаротушения для вакуумного мусоропровода.

## **ТИПЫ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ВАКУУМНОЙ ФОРМОВКИ**

*Баран Ю. В.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*мл. науч. сотрудник ГУ «БелИСА» Дуболеко Ю. А.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

На предприятии ЗАО «Атлант» часть изделий из пластика производят с помощью вакуумной формовки. Качество формируемой продукции зависит от равномерного прогрева листа по всей его поверхности и толщине со снижением интенсивности нагрева от края листа к центру. На предприятии для формовки используют установку модели Lineal 22.5.8.7M. В ней для нагрева материала используют инфракрасный кварцевый нагреватель.

В зависимости от формируемого материала предъявляются требования к нагревателям и оборудованию:

1. Оптимальная длина волн инфракрасных нагревателей для разного типа материала;
2. Равномерный нагрев листа;
3. Соблюдение дистанции между плитой нагрева и листом;
4. Наличие отражателей.

На производстве для нагрева материала производимого методом вакуумной формовки используют один из пяти типов нагревательных элементов: трубчатый электронагреватель (ТЭН); кварцево-галогенный нагреватель; инфракрасный керамический нагреватель; инфракрасный кварцевый нагреватель; галогенная лампа [1].

ТЭН обеспечивает длину волны 6 нм, что отрицательно сказывается на нагреве пластика по толщине. Также у них отсутствуют отражатели, поэтому излучения сложно рассеиваются.

Кварцево-галогенный нагреватель обеспечивает длину волны меньше 1 нм. Данный вид нагрева не подойдет для цветных полимеров. При этом спираль может достигать температур 2300 °С, а температура на поверхности трубки всего 900 °С, что не дает возможность осуществить равномерный нагрев листа.

Инфракрасный керамический нагреватель обеспечивает длину волны от 4,5 до 6 нм. Использование данных нагревателей экономически нецелесообразно, так как трудно обрабатываются изделия большой толщины.

Инфракрасный кварцевый нагреватель является наиболее используемым нагревателем в вакуумной формовке. Диапазон излучаемой волны от 1,5 до 3,9 нм (для полимеров это лучший диапазон). Он обеспечивает высокую производительность.

Галогенные лампы используют для нагрева длину волны 2,3 нм. Эти нагреватели хорошо прогревают плотные листы, цветные полимеры, но их сложно обслуживать.

На установке модели Lineal 22.5.8.7M. стоит инфракрасный кварцевый нагреватель и это является правильным и обоснованным решением, так как его целесообразно использовать в процессах с частым изменением циклов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Типы нагревателей для вакуумной формовки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ten24.com.ua/blog/tipy-nagrevateley-dlya-vakuumnoy-formovki/>. – Дата доступа: 17.09.2021.

УДК 533.599

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ STRATNANOTECH VEGA – С**

*Винник И. О.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*ст. преподаватель Боровок О. А.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Очень важную роль в нашей жизни играют различные тонкопленочные покрытия. Они используются повсеместно: в дисплейном производстве, в микроэлектронике, в оптике, в производстве солнечных батарей и даже в космической промышленности.

В данной статье рассмотрим установку «Stratnanotech Vega – С» (см. рисунок 1), также проведем анализ ее работы, что позволит выявить возможные недостатки, которые необходимо устранить.

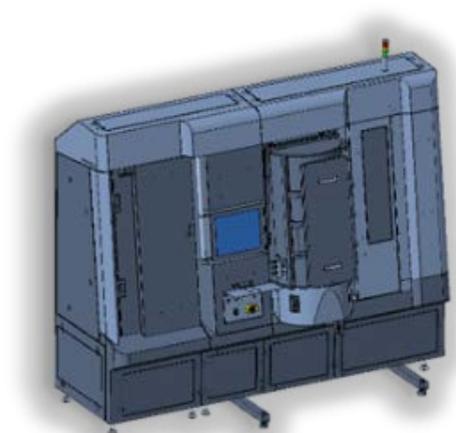


Рисунок 1 – Вакуумная установка Stratnanotech Vega-С

Вакуумное технологическое оборудование "Stratnanotech Vega – С" предназначено для нанесения тонкопленочных покрытий методом магнетронного напыления.

В основу технологического процесса нанесения покрытия на подложки на данном оборудовании заложен следующий алгоритм: установка образцов на подложкодержатель в шлюзовой камере; откачка камер до предварительного вакуума; открытие затвора и переезд каретки из камеры шлюзовой в технологическую; закрытие затвора; откачка камеры технологической до степени вакуума, необходимого для проведения техпроцесса; очистка и прогрев подложек; проведение процесса технологического в соответствии с рецептом технолога; открытие затвора и переезд каретки из камеры технологической в шлюзовую; остывание подложек и каретки в камере шлюзовой; развакууммирование камеры шлюзовой и смена подложек.

Анализируя технологический процесс, можно сделать вывод, что значительная часть времени затрачивается на подготовку установки к работе и смену подложек после каждого технологического процесса. Поэтому нами предлагается модернизировать установку путем автоматизации смен подложек в технологической камере, тем самым увеличив ее производительность на 1 цикл.

С ручной загрузкой/разгрузкой за 8-ми часовую смену выходит всего 3 цикла. Условно, если в шлюзовую камеру установить барабан, на котором будут закреплены 4 образца (см. рисунок 2), которые будут автоматически после каждого процесса перемещаться на подложкодержатель, то полное развакууммирование не требуется, и количество циклов, вполне вероятно, увеличится на 1, примерно за тоже время работы.

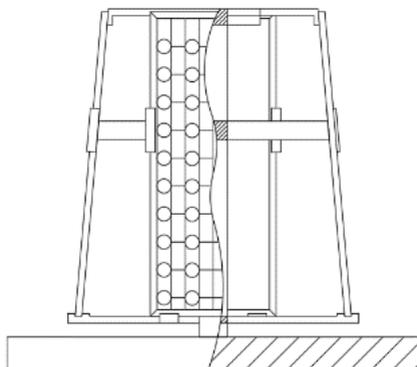


Рисунок 2 – Барабан с подложками в разрезе

В дальнейшем будет более детально проработана конструкция барабана.

УДК 621.793.1

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ  
НАНЕСЕНИЯ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ НА  
ВНУТРЕНнюю ПОВЕРХНОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ**

*Виноградов И. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Существующие современные тенденции в машиностроении явственно указывают на возрастающий интерес к сфере функциональных покрытий. В том числе большое внимание уделяется нанесению покрытий на сложные поверхности. В развитие данной темы нами было спроектировано устройство для нанесения вакуумных покрытий на длинномерные цилиндрические изделия, представленное на рисунке 1.

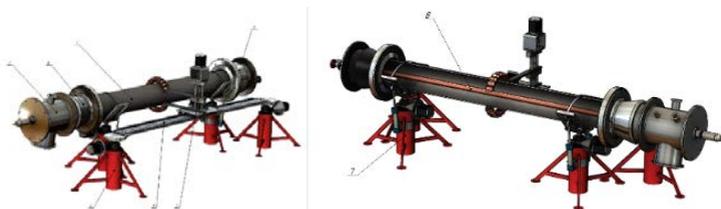


Рисунок 1 – Внешний вид устройства для вакуумного напыления внутренних поверхностей протяженных цилиндрических изделий:

- 1 – труба; 2 – патрубок; 3 – узел соленоида;  
 4 – опора узла соленоида; 5 – стол-направляющая;  
 6 – фланец-заглушка; 7 – опора трубопровода; 8 – анод

Принцип работы данного устройства следующий. На анод (8) подается напряжение, в результате чего происходит распыление материала-анода на внутренние поверхности трубопровода (1). Для равномерного нанесения покрытия на внутреннюю поверхность служит узел соленоида (3), перемещаемый по столу-направляющей (5) вдоль горизонтальной оси трубопровода. С обеих концов трубопровод герметично закрывается фланцами-заглушками (6). Трубопровод и направляющий стол установлены на опорах (7) и (4) соответственно.

Сам соленоид установлен на опорном столе, его устройство показано на рисунке 2.

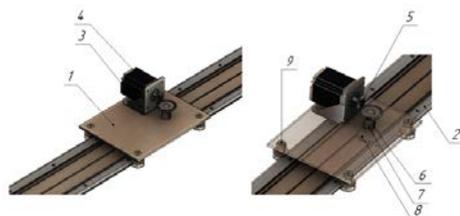


Рисунок 2 – Составные элемента соленоида: 1 – стол;  
 2 – рейка; 3 – кронштейн; 4 – электродвигатель;  
 5 – коническая шестерня; 6 – коническое зубчатое колесо;  
 7 – вал; 8 – цилиндрическое зубчатое колесо; 9 – колесо

На столике (1), перемещающемся по планкам опорной поверхности с помощью колесиков (9), расположен кронштейн (3), с закрепленным на нем двигателем (4). Двигатель, передавая через зубчатое зацепление вращение валу (7) с цилиндрическим колесом (8), позволяет столику перемещаться вдоль рейки (2) по горизонтальной оси.

УДК 621.643.412

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФЛАНЦА И ГАЗОВОГО НАТЕКАТЕЛЯ

*Виноградов И. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Нанесение вакуумных функциональных покрытий на поверхности длинномерных цилиндрических изделий является перспективным направлением развития вакуумных технологий.

В данной статье предложены конструкции фланца и газового натекателя для вакуумной установки, позволяющей нанести покрытия на внутреннюю поверхность трубопровода.

На рисунке 1 показано устройство фланца-заглушки.

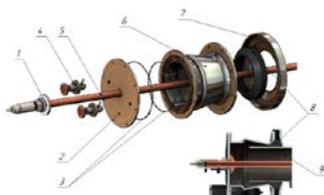


Рисунок 1 – Конструктивные элементы фланца: 1 – токовод;  
2 – фланец-заглушка; 3 – уплотнительные кольца; 4 – натекатели;  
5 – анод; 6 – прижимной фланец; 7 – ответный фланец;  
8 – уплотнение; 9 – напыляемая труба

Фланец представляет совокупность элементов, включающих в себя ответный фланец (7), расположенный непосредственно на трубе, прижимной фланец (6), крепящийся на ответный и уплотняющий трубопровод по наружному диаметру за счет прижимающих усилий, направленных на уплотнение (8) особой формы, способного деформироваться под прилагаемым усилием и уплотнять трубопроводы в широком диапазоне диаметров.

К прижимному фланцу (6) присоединяется фланец-заглушка (2) с уплотнениями (3), предохраняющих от натекания воздуха в откачанную трубу. На данном фланце располагаются токоввод (1), подающий напряжение и охлаждение к аноду (5), а также два натекаателя рабочих газов (4).

Для натекания рабочих газов во внутреннюю полость трубы служат вакуумные газовые натекатели, конструкция которых представлена на рисунке 2.

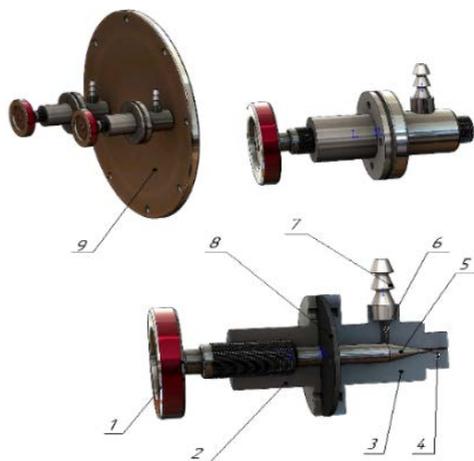


Рисунок 2 – Газовый натекатель:

- 1 – маховичок; 2 – корпус натекателя;
- 3 – винчиваемый корпус натекателя; 4 – канал натекания;
- 5 – игла; 6 – канал подачи газа; 7 – олива;
- 8 – мембрана; 9 – фланец-заглушка

Газовый натекаТЕЛЬ представляет собой два корпуса: один (3) ввинчивается в фланец-заглушку (9), второй (2) – крепится через уплотнительную мембрану (8) к фланцу корпуса (3).

Внутри ввинчиваемого корпуса (3) располагается канал подачи газа (6) и канал натекания (4), который закрывает игла (5). В момент подачи рабочего газа через оливу (7) оператор вращением маховичка (1) отводит иглу (5) из канала (4), тем самым напуская газ в трубу. Величина напуска регулируется степенью отвода иглы из канала.

Спроектированные конструкции, по нашему мнению, смогут обеспечить качественное нанесение вакуумного покрытия.

УДК 621.64

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ КЛАПАННОЙ КОРОБКИ КОМПРЕССОРА КТ-6**

*Виноградов И. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Производительность компрессора является важнейшей его характеристикой, во многом определяющей. Для повышения данного параметра в компрессоре модели КТ-6 предлагается модернизировать клапанную коробку.

Клапанная коробка компрессора КТ-6 (см. рисунок 1) состоит из двух камер: всасывающей и нагнетательной. Всасывающий клапан 15 оснащен разгрузочным устройством, которое состоит из упора 11 с тремя пальцами 16, крышки, диафрагмы 6 и стержня с диском 9. Через упор, направляющей для которого служит запрессованная в крышку втулка, винтом 4 нагнетательный клапан 2 прижат к корпусу коробки.

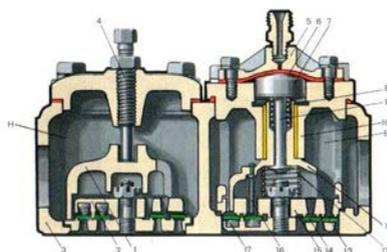


Рисунок 1 – Клапанная коробка

Принцип работы разгрузочного устройства следующий.

Когда давление в главных резервуарах избыточно, то есть выше того, что установлено регулятором, то к диафрагмам всасывающих клапанов от регулятора давления поступает воздух. В результате давления воздуха всасывающие клапана отжимаются. В следствии этого компрессор переходит в режим холостого хода. Работа оборудования в данном режиме не желательна, так как влечет за собой бесполезное потребление энергоресурсов и износ оборудования [1].

Для того, чтобы не переводить компрессор в режим холостого хода, авторами данной статьи предлагается использовать регулятор давления. Он позволит регулировать отжатие всасывающих клапанов путем перераспределения давления между всеми участками пневмосистемы, при помощи вспомогательной магистрали, с установленными в конце двумя парами ресиверов. Первая пара предназначена для подачи воздуха к вагонам тепловоза и используется постоянно, вторая пара ресиверов предназначена для подачи воздуха к аварийным тормозам. С целью перераспределения воздуха от основной пневмолинии к вспомогательной предлагается установить в магистраль перед компрессором угловой клапан. После того как давление воздуха в главных резервуарах превысит установленное регулятором давления, датчик, подаст сигнал на клапан, после чего будет открыта вспомогательная пневматическая линия [2].

Таким образом, замена всасывающего клапана с разгрузочным устройством на электронный датчик перепада давления, является, по нашему мнению, актуальной и необходимой модернизацией клапанной коробки компрессора кт-6, так как она позволит избежать холостого хода компрессора, что положительно скажется на энергоэффективности и производительности данного оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Техно-Плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tp-31.ru/company/news/ustroistvo-kompressora-kt6/>. – Дата доступа: 18.10.2021.
2. Гидравлика, пневматика, механика, гидропривод, пневмопривод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=334> – Дата доступа: 18.10.2021.

УДК 621.891

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ КОМПРЕССОРА КТ-6**

*Виноградов И. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Важность эффективной системы смазки в механизмах сложно переоценить. В случае, когда подача смазки к парам трения не осуществляется, между движущимися частями механизма возникает сухое трение. В результате чего происходит стирание трущихся поверхностей, деформация материала, повышения температуры в точках контакта, что в свою очередь приводит к заеданию и потере прочности.

Учитывая все вышеперечисленное, очевидно, что от того насколько продумана подача смазки к трущимся поверхностям, напрямую зависят многие эксплуатационные характеристики механизма.

В компрессоре КТ-6 принудительную подачу масла к поршневым пальцам обеспечивает масляной насос, представленный на рисунке 1.

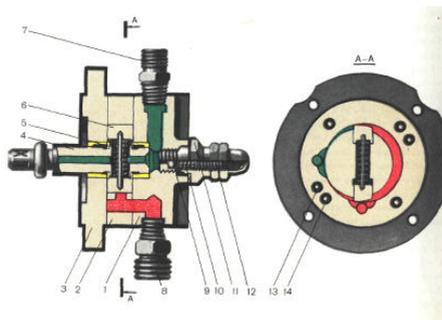


Рисунок 1 – Масляной насос компрессора КТ-6: 1 – крышка; 2 – корпус; 3 – фланец; 4 – вал; 5 – пружина; 6 – лопасти; 7 – штуцер; 8 – штуцер; 9 – шарик; 10 – пружина; 11 – клапан; 12 – регулировочный винт; 13 – штифты; 14 – шпилька

Принцип работы данного насоса следующий. Забор масла в насос осуществляется из картера компрессора. После чего масло попадает в рабочую камеру, ограниченную стенкой рабочей камеры и пластинами (6), которые пружиной (5) плотно прижимаются к стенке камеры. После того, как валик насоса (4) приводится в движение, пластины начинают вращение, уменьшая объем рабочей камеры, тем самым повышая в ней давление. В месте достижения максимального давления, располагается выпускной клапан (11), который позволяет осуществить дальнейший проход масла по коленчатому валу к подшипникам и шатунам. Валик насоса приводится в движение от коленчатого вала компрессора. Он имеет квадратный хвостовик, которым вставляется во втулку, запрессованную в то-

рец коленчатого вала и сферическую поверхность, выполняющую роль уплотнителя.

Исходя из анализа конструкции насоса, очевидно, что вращение валика насоса невозможно без предварительного запуска коленчатого вала компрессора. Из чего следует, что с момента запуска компрессора до достижения выпускного давления масляного насоса, принудительная подача масла к трущимся поверхностям не осуществляется. Это, в свою очередь, служит причиной возникновения сухого трения и его негативных последствий, описанных выше.

Для того, чтобы избежать возникновения сухого трения, авторами данной статьи предлагается использовать насос с электроприводом. В виду того, что для работы насосов данного типа не требуется предварительный запуск компрессора, у нас появляется возможность осуществить принудительную подачу масла в пары трения до начала вращения коленчатого вала компрессора.

Данная модернизация смазочной системы компрессора кт-6, по нашему мнению, положительно скажется на таких важных характеристиках оборудования как: долговечность, эффективность, стоимость обслуживания.

УДК 621.762.4

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА КОМПРЕССОРА МЕТОДОМ ОТЖИГА**

*Воробьёв Д. Д.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Отжиг коленчатого вала – ремонтная альтернатива замене.

Ремонт вместо замены коленчатого вала может быть жизнеспособной и привлекательной альтернативой, приводящей к существенной экономии.

Отжиг – это процесс термической обработки для снижения твердости и напряжений внутри металла и повышения его пластичности.

На молекулярном уровне, когда материал, такой как сталь, быстро остывает, его кристаллические зерна преобразуются в линзовидную форму (чечевица/линза). Это приводит к тому, что металл в процессе становится более твердым и хрупким. Нагрев металла до соответствующей температуры вызывает однородный рост новых кристаллов. Чем больше тепла прикладывается к металлу, тем больше увеличивается его пластичность и уменьшается твердость.

В заводском состоянии коленчатый вал имеет твердость 250–350 НВ. Его зернистая структура однородна и обеспечивает требуемую прочность, жесткость, устойчивость к износу, коррозии и ударам.

Во время поломки подшипника коленчатый вал поглощает много тепла. Когда компрессор останавливается, неконтролируемое охлаждение может привести к появлению областей с повышенной твердостью от 600 до 700 НВ и более. Зернистая структура стали становится неравномерной и очень восприимчивой к растрескиванию и потенциальному сдвигу.

Процесс ремонта начинается с обработки поверхности шейки коленчатого вала без трещин и составления карты твердости для записи уровней твердости и определения мест для отжига.

Основные подшипники и маховик удаляются, чтобы предотвратить любые повреждения в процессе нагрева, и устанавливаются керамические плитки, контрольные термпары и контрольное оборудование, а цапфа изолируется.

Коленчатый вал нагревается до температуры отжига, во время которой молекулы стали перекристаллизуются до состояния, соответствующего их первоначальной пластичности и твердости. Затем коленчатый вал охлаждается до температуры окружающей среды с тщательно контролируемой компьютером скоростью.

Чтобы закончить, поверхность очищается, и проводятся измерения твердости и испытания на трещины, чтобы убедиться, что отжиг восстановил вал до приемлемого уровня твердости. Затем коленчатый вал обрабатывается до конечного диаметра и шероховатости поверхности для судна

Отжиг не может спасти коленчатые валы в тех случаях, когда поверхностные трещины простираются ниже минимального номинального диаметра вала. Кроме того, переменная твердость в разных частях коленчатого вала, часто приводит к его изгибу. Обычно он возвращается к своей естественной форме после отжига или с дополнительной механической обработкой и холодной закалкой (механическая обработка поверхности). Однако в редких случаях, когда коленчатый вал не может быть выпрямлен в пределах допусков производства, вал должен быть исправлен.

Сравнение процессов и связанных с ними затрат показывает значительную экономию затрат и времени простоя при выборе ремонта вместо замены.

УДК 67.03

## **СОВРЕМЕННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ И НАНОМАТЕРИАЛЫ**

*Водопьянов И. И.*

*Научный руководитель: к. п. н., доцент Дирвук Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

С доисторических времен люди использовали различные природные материалы, такие как дерево, камень и кость, в качестве инструментов и строительных материалов, а натуральные растительные и животные волокна использовались для производства одежды и других текстильных изделий.

Большинство материалов, которые сегодня нас окружают, являются искусственными, производятся людьми в промыш-

ленных процессах с использованием натурального сырья, научных знаний и инженерных ноу-хау.

Современные исследования ученых приводят к открытию и созданию новых материалов. При их разработке инженеры постоянно ищут способы повышения эффективности производства.

В некоторые «чистые» металлы добавляется небольшое количество компонентов, чтобы контролировать их внутреннюю структуру и создавать сплавы с новыми свойствами.

*Наноматериалы* – материалы, созданные с использованием наночастиц и/или посредством нанотехнологий, обладающие какими-либо уникальными свойствами, обусловленными присутствием этих частиц в материале. К наноматериалам относят объекты, размеры которых лежат в интервале от 1 до 100 нм [1].

Еще одна интересная особенность наноматериалов заключается в том, что они часто неожиданно проявляют новые свойства. Так, например, лист из одиночных атомов углерода, соединенных гексагональным узором и свернутых в трубку, является сегодня самым прочным и жестким из известных материалов.

Высокопрочные материалы, такие как металлы и бетон, обычно тяжелые. Однако современному машиностроительному и строительному производству все чаще требуются легкие материалы в сочетании с хорошими прочностными характеристиками.

*Композитные материалы* – это материалы, которые состоят из двух или более материалов с тщательно подобранными свойствами (большой прочностью, меньшим весом и т. д.).

Например, легкие нити из углеродного волокна обладают очень высокой прочностью при растяжении, однако мнутся, если их нагружать с разных сторон. Если же эти волокна закрепить («отвердить») в твердую пластмассовую смолу, полученный композитный материал будет легким и будет

сочетать в себе прочность на растяжение волокон с жесткой структурой твердой смолы.

Композиты из углеродного волокна легкие и прочные, но используемое сырье достаточно дорогое. Последние научные исследования продолжаются в направлении поиска более дешевых и экологически чистых материалов для производства углеродных волокон, а инженерные усилия ведущих научно-исследовательских учреждений направлены на минимизацию энергии, необходимой для производства данных волокон, и времени, необходимого для отверждения продуктов, изготовленных из композитов углеродного волокна.

## ЛИТЕРАТУРА

2. Наноматериал [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Наноматериал> (дата обращения: 19.10.2021).

УДК 621.65.03

### **СПОСОБ МОДЕРНИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА АИД-2**

*Ганусевич К. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Существует два основных способа доения крупного рогатого скота: ручное и автоматизированное (машинное). Каждый способ может использоваться в производстве, но машинное доение имеет ряд преимуществ: в автоматизированном доении человек лишь настраивает аппарат, сам процесс проходит са-

мостоятельно; с использованием данной системы на ферме дневные надои молока увеличиваются в 1.5–2 раза; повышается качество получаемого молока.

Рассмотрим базовые комплектующие доильного аппарата АИД-2 (см. рисунок 1).

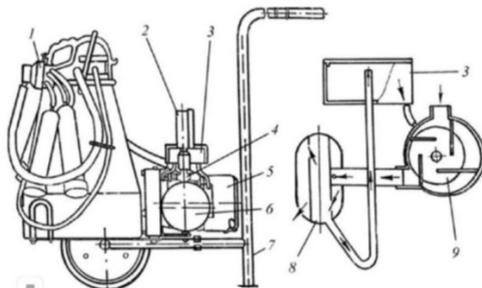


Рисунок 1 – Доильный аппарат АИД-2. Общий вид:  
1 – доильная аппаратура; 2 – вакуумметр; 3 – емкость для масла;  
4 – вакуум-регулятор; 5 – пускорегулирующая аппаратура;  
6 – вакуумная установка; 7 – передвижная тележка;  
8 – глушитель; 9 – вакуумный насос

Одной из основных систем доильного аппарата любой конструкции, является вакуумная система, которая обеспечивает сам процесс отдачи. Вакуумный насос отвечает за постоянный вакуум, пульсатор создает из постоянного вакуума переменный, что задает режим работы доильного аппарата за счет необходимых пульсаций для сбора молока. Для того, чтобы процесс проходил качественно следует придерживаться давления 0.48 Па. В случае если значение на вакууметре изменилось, вакуум-регулятор регулирует подачу давления.

Индивидуальные доильные аппараты в основном снабжаются тремя типами вакуумных насосов, а именно: 1 – пластинчато-роторный сухой насос (работающий без масла); 2 – пластинчато-роторный масляной насос; 3 – водокольцевой насос. В доильном аппарате АИД-2 используется масляной

насос. Данный насос хорошее решение для доения коров, так как имеет преимущества в производительности, по сравнению с водокольцевым и сухим пластинчато-роторным насосами. Достоинством масляного насоса является, высокий уровень КПД, масло в насосе позволяет работать продолжительное время без перерыва на остывание. Но также присутствуют недостатки: есть возможность попадания масла в молоко; является не экологичным.

В связи с этим предлагается поменять пластинчато-роторный масляной насос на жидкостно-кольцевой насос. Данный насос является экологичным, имеет низкий уровень шума во время работы, что положительно сказывается на процессе доения. Также есть и недостатки: при температуре ниже нуля, работа водокольцевого насоса невозможна, так как основной ресурс насоса-вода; данный насос, уступает масляному пластинчато-роторному насосу в КПД.

УДК 007.52

## **ПРОЕКТ ВАКУУМНО-ПНЕВМАТИЧЕСКОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА**

*Герасимович П. А.*

*Научный руководитель: преподаватель Терещук О. И.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В качестве рабочего органа манипуляторов может выступать захватное устройство или инструмент. По типу захватные элементы подразделяются на поддерживающие, удерживающие и захватывающие. Чаще всего, в качестве захватывающего устройства выступает механизм, имитирующий руку человека или лапу животного. Но данное решение не всегда можно использовать при транспортировке ответственных или хрупких грузов сложной формы из-за невозможности создать

необходимое удерживающее усилие и безопасный хват ввиду отсутствия в механической руке такого же количества подвижных суставов, как у человека.

Для решения данной проблемы исследователями из Чикагского и Корнеллского университетов был создан прототип вакуумного манипулятора на основе латексного шара с наполнителем из мелкодисперсной среды по типу молотого кофе. Заполненный шарик прижимается к объекту полностью обволакивая его, затем из полости внутри шара откачивается воздух и создается вакуум. В таких условиях мелкие частицы не способны скатываться или соскальзывать друг по другу и, тем самым, создается необходимое усилие для удержания объекта в захватывающем устройстве. Это решение позволяет переносить хрупкие предметы, не повреждая их [1].

На базе данного конструкторского решения мной предложен вакуумно-пневматический робот-манипулятор (дрон) на пневматическом колесном ходу. Принципиальный эскиз исполнения внутренней компоновки представлен на рисунке 1.

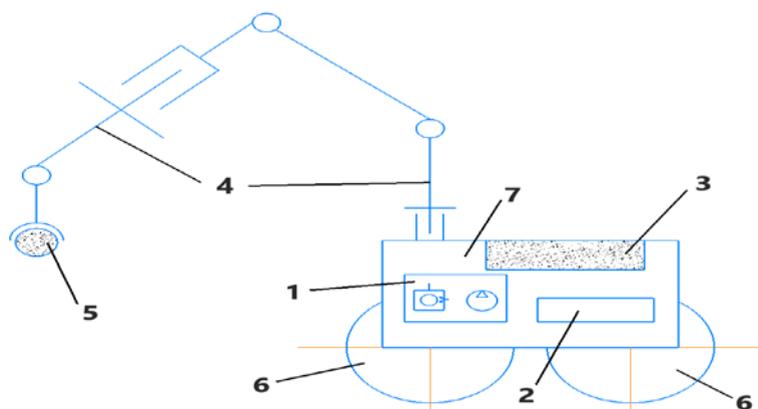


Рисунок 1 – Эскиз принципиального исполнения робота-манипулятора: 1 – силовая установка дрона, 2 – аккумуляторная батарея, 3 – вакуумный лоток, 4 – манипулятор, 5 – вакуумный захват, 6 – колеса, 7 – шасси

Устройство дрона включает в себя: силовую установку для обеспечения выполнения поставленных задач и создания усилия для передвижения, манипулятор с вакуумным захватом, вакуумный лоток для сбора перевозимых предметов и аккумулятор для питания силовой установки и поддержания автономности робота. В качестве силовой установки предлагается использование диафрагменного или поршневого вакуумного насоса для создания вакуума в захватывающем устройстве и в вакуумном лотке и поршневой компрессор для создания усилия для передвижения дрона.

## ЛИТЕРАТУРА

1. CORNELL CHRONICLE [Electronic resource]. – Mode of access: <https://news.cornell.edu/stories/2010/10/researchers-develop-universal-robotic-gripper/>. – Date of access: 17.10.2021.

УДК 62-1/-9

### **КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА МИШЕНИ**

*Голенко А. С.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

На сегодняшний день одним из перспективных методов формирования тонких покрытий является магнетронное распыление. Метод магнетронного распыления заключается в распылении материала в процессе его бомбардировки ионами рабочего газа, образовавшимися в плазме аномально тлеющего разряда [1]. Магнетронная распылительная система состоит из катода-мишени, анода и магнитной системы. Магнетрон-

ные системы дают возможность осаждать покрытия на основы из материалов с низкой термостойкостью по причине наличия магнитного поля которое не дает вторичным электронам, облетающим большой скоростью, бомбардировать основу.

Но есть и существенный недостаток магнетронных распылительных систем, это низкий коэффициент использования материала мишени (КИМ). Для решения данной проблемы проводился ряд исследований по выяснению, что влияет на данный коэффициент и как увеличить его, чтобы уменьшить потери материала. В ходе исследования было выявлено следующее: профиль эрозии при постоянном давлении не зависит от режимов и времени распыления и материала мишени. Коэффициент использования материала мишени определяется только параметрами магнитной системы магнетрона и является характеристикой определенной магнетронной распылительной системы [2]. При сбалансированной конфигурации магнитного поля формируется узкая зона распыления с резко выраженным максимумом эрозии. При увеличении несбалансированности магнитной системы зона распыления расширялась, и максимум эрозии становился менее выраженным. При этом коэффициент увеличился более чем на 10 % и достигал 32 %. Это достигается за счет устранения фокусирующего действия магнитного поля и изменения кривизны силовых линий магнитного поля.

Также увеличить коэффициент использования мишени при магнетронном распылении можно за счет использования накладок различной формы на магниты. Это положительно сказывается не только на увеличении КИМ, но и на изменении формы эрозионной подложки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин, Е. В. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок / Е. В. Берлин, С. А. Двинин, Л. А. Сейдман. – М.: Техносфера, 2007. – 176 с.

2. Электронная библиотека БГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream>. – Дата доступа: 30.10.2021.

УДК 621.793.1

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
КАТОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

*Горелый С. Д., Корзун А. Д.*

*Научные руководители: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.;*

*канд. техн. наук, доцент Латушкина С. Д.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

При получении многокомпонентных покрытий вакуумно-дуговым методом существует два подхода: использование нескольких катодов, изготавливаемых из разных материалов либо использование одного катода, состоящего из нескольких компонентов. Применяется несколько способов получения такого катода. Практическое применение нашли сплавные катоды, составные (или мозаичные), композиционные, получаемые порошковыми технологиями, и методом литья. Каждый вариант имеет свои достоинства и недостатки.

В качестве сплавных катодов используют высоколегированные титановые сплавы высокой чистоты или интерметаллиды титана. Изготовление такого катода весьма сложно и дорого из-за высокой химической активности титана, особенно при высоких температурах. Также невозможно получить однородную структуру и механически обработать сплавы с высоким содержанием алюминия и кремния из-за высокой хрупкости [1].

По сравнению со сплавными катодами технология получения составных катодов намного проще. Составной катод вы-

полнен в виде корпуса из основного материала катода, в котором установлены вставки из других испаряемых материалов, которые выполняются методом запрессовки. Составные катоды представляют собой по составу материал, состоящий из веществ с разной температурой плавления и скоростью испарения. Поэтому для составных катодов сложно подобрать оптимальные режимы испарения и обеспечить стабильность химического состава многокомпонентных покрытий [1, 2].

Широко используются катоды, изготовленные методами литья. Однако изготовление таких катодов затруднительно и очень критично ко многим факторам, влияющим на технологический процесс. Данные катоды имеют те же недостатки что и сплавные.

Порошковые технологии позволяют получать многокомпонентные покрытия, которые невозможно получить сплавлением. Обычно применяются высокотемпературное спекание или горячее прессование инертных порошков. Однако эти процессы требуют больших затрат электроэнергии и дорогостоящих печей с защитной атмосферой или вакуумом. В связи с этим проводятся исследования композиционных материалов, полученных холодным прессованием порошков титана и алюминия [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что конкретный тип катода в вакуумно-дуговом методе выбирается с учетом следующих факторов: наличие конкретного оборудования; сложность состава наносимого покрытия; энергозатратность технологического процесса; ресурс работоспособности изделия; конечная стоимость.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Состав, структура и свойства нитридных вакуумно-дуговых покрытий для режущего инструмента, полученные из СВС-прессованных катодах в системах Ti-B-Al, Si и Ti-B-C-Al, Si / С. И. Алтухов / канд. дисс.: Самара. – 2015. – 184 с.

2. Исследование состава и структуры многокомпонентных СВС-прессованных катодов вакуумно-дуговых испарителей системы Ti-C-Al / А. А. Ермошкин / ВСТН Самарского ГТУ. Сер. Технические науки. – 2012, № 2.

УДК 621.793

## **НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ЛОПАТКИ КОМПРЕССОРА**

*Гребенева К. А., Панок Е. О., Шатило Е. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Орлова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Компрессор состоит из ротора и дисков. На диски установлены лопасти, иначе – лопатки. Основное назначение лопаток – изменение начальных параметров газа и преобразование кинетической энергии вращающегося ротора в потенциальную энергию сжатого газа [1].

Лопатки компрессора в процессе эксплуатации подвержены высокому коррозионному и абразивному износу. Лопатки турбины при работе должны выдерживать высокие температурные нагрузки, возникающие при сгорании топлива. Чем выше температура в камере сгорания, тем выше КПД двигателя [2].

Появление коррозионных повреждений на лопатках приводит к увеличению их шероховатости и по мере ее развития к изменению геометрии лопаток. Следствием этого является снижение КПД компрессора газотурбинного двигателя (далее ГТД), снижение мощности и повышение начальной температуры газа по сравнению с начальной. В результате увеличивается расход ресурса материала лопатки и увеличивается скорость коррозии.

Есть много видов нанесения покрытий на лопатки компрессора: упрочняющие, износостойкие, жаропрочные.

Нанесение жаропрочных, эрозионно стойких и износостойких покрытий может осуществляться методом напыления ионной плазмы, иначе этот метод напыления называется КИБ, катодно-ионная бомбардировка. Доказано, что использование этого метода увеличивает коррозионную стойкость, стали во всех климатических условиях при рабочих температурах до 450 °С, сохраняя при этом механические свойства основного материала [3].

Перед нанесением покрытий лезвия сначала полируются и очищаются в ультразвуковой ванне, а затем очищаются ионами аргона с помощью газовой плазмы – высокоионизированной газовой среды, образующейся при приложении высокой частоты и высокого отрицательного потенциала смещения с последующим нанесением многослойного ионно-плазменного покрытия [4].

Процесс вакуумно-дугового испарения начинается с зажигания вакуумной дуги (характеризующейся высоким током и низким напряжением), которая формирует одну или несколько точечных эмиссионных зон (так называемое «катодное пятно») на поверхности катода, в которых вся мощность разряда сосредоточена [5].

Основная трудность процесса испарения с помощью вакуумной дуги заключается в том, что, если катодная точка остается в точке испарения слишком долго, выделяется большое количество дисперсной или капельной фазы. Эти макровключения ухудшают характеристики покрытий, поскольку они имеют плохую адгезию к подложке и могут превышать толщину покрытия.

Для решения этой проблемы катодное пятно тем или иным образом непрерывно перемещается на большой и массивный катод, имеющий достаточно большие линейные размеры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вся авиация. От сверх легких самолетов до бизнес-джетов [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vonovke.ru/s/loparka\\_lopast\\_-\\_loparki\\_kompressorov](http://www.vonovke.ru/s/loparka_lopast_-_loparki_kompressorov).

2. ООО «Технологические Системы Защитных Покровов» // Защита от износа и термобарьерные покрытия лопаток компрессоров и турбин [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://old.tspc.ru/protection/element.php?ID=1750>.

3. Аннотация научной статьи по технологиям материалов, автор научной работы – Белоус В. Я., Жирнов А. Д., Луценко А. Н., Мубояджян С. А. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-korrozionnoy-stoykosti-stalnyh-lopatok-kompressora-gtd-putem-primeneniya-ion-no-plazmennogo-pokrytiya>.

4. Гейкин В. А., Белова Л. Н., Наговицын Е. М., Поклад В. А., Шаронова Н. И., Рябчиков А. И., Степанов И. Б. Федеральное государственное унитарное предприятие "Московское машиностроительное производственное предприятие "САЛЮТ" ФГУП "ММП"САЛЮТ". Способ нанесения износостойких покрытий на лопатки компрессора ГТД. Патент: RU 2 430 992 С2 №2009139921/02, Заявка: 2009.10.29, Опубликовано: 2011.05.10.

5. Материал из Википедии – свободной энциклопедии. Вакуумно-дуговое нанесение покрытий [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое\\_нанесение\\_покрытий](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое_нанесение_покрытий). Дата доступа 04.01.2021.

УДК 66.041.41

## **АНАЛИЗ ВАКУУМНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ СПЕКАНИЯ МЕТАЛЛОВ И КЕРАМИКИ**

*Делендик М. В.*

*Научный руководитель: канд. тех. наук.,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

В наше время есть несколько способов для получения изделий из порошковых металлов: титана, алюминия и др. Од-

ним из наиболее перспективной относительно чистоты полученного состава материала изделия (удален кислород) является спекание в вакууме. Для спекания металлов и керамики применяют печи сопротивления и индукционные печи. Печи сопротивления (см. рисунок 1) имеют систему электродов, которые при высоком напряжении нагреваются, при этом нагревается и сама печь.

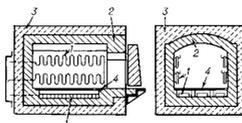


Рисунок 1 – Печь сопротивления: 1 – электроды; 2 – тигель; 3 – теплоизоляция; 4 – жароупорная подовая плита

Достоинством печей сопротивления является возможность плавить металлы с любым составом. Недостатком является то, что материал нагревается от определенной точки, а не по всему объему [1]. Для спекания применяют также индукционные печи (см. рисунок 2) с расположенной снаружи индукционной катушкой.

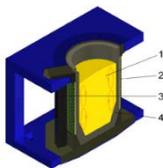


Рисунок 2 – Индукционная печь: 1 – материал; 2 – индуктор; 3 – прокатные хомуты; 4 – тигель

Катушка нагревает материал по всей его площади, этого нет в печах сопротивления. Подводимая к индукционной катушке мощность зависит от характера и количества перерабатываемого материала, от материала тигля и вспомогательного

цилиндра, тепловой изоляции и требуемых температур. По сравнению с печью сопротивления у этой печи более простое управление, она быстрее нагревается и равномерно нагревает материал [2]. Также индукционная печь меньше загрязняет окружающую среду, что позволяет располагать ее в городе.

Недостатками индукционной печи является большая цена на электронное оборудование и меньшая вместимость (меньше производительность). Подводя итог можно сказать, что у индукционной печи есть преимущество по управлению и меньшее загрязнение окружающей среды, такие печи можно располагать в городах. Однако они дорого стоят в плане приобретения оборудования к ним и у них меньше производительность в сутки. У печей сопротивления выше температура плавления, они плавят металлы с любым составом, но они сильно загрязняют окружающую среду. Печи сопротивления лучше подходят для предприятий с большим [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Электронная печь сопротивления [Wikipedia]. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дуговая\\_сталеплавильная\\_печь](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дуговая_сталеплавильная_печь) (дата доступа 10.10.2021).

2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Wikipedia]. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Индукционная\\_тигельная\\_печь](https://ru.wikipedia.org/wiki/Индукционная_тигельная_печь) (дата доступа 10.10.2021).

3. Дуговая и индукционная печи, применение печей в промышленности, процессы плавки в дуговых и индукционных печах [E-pumps]. – <https://eziactionpumps.ru/dugovaya-i-indukcionnaya-pechi/> (дата доступа 16.10.2021).

УДК 621.914.4

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК НА СВЕРЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ**

*Делендик М. В., Сивак Д. И.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Данильчик С. С.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Станки сверлильно-фрезерно-расточной группы предназначены для обработки деталей произвольной формы, обычно классифицируемых как корпусные и плоскостные детали [1]. Для сверлильно-фрезерно-расточных станков с программным управлением характерны многоинструментальные последовательные схемы построения операций при большом числе технологических переходов [2]. Станки применяются в условиях серийного производства, для которого характерна частая смена обрабатываемых деталей. Следовательно, необходимо применять универсальные приспособления, быстро переналаживаемые для закрепления других деталей. При установке и закреплении деталей на станках сверлильно-фрезерно-расточной группы широко применяются разнообразные тиски. В тисках можно закрепить лишь небольшие по размерам и сравнительно простой формы заготовки [3]. Для крупных заготовок, имеющих сложную форму, применяют разнообразные системы переналаживаемых приспособлений. К таким приспособлениям можно отнести универсальные сборные приспособления (УСП). Детали УСП делят на базовые, опорные, установочные, направляющие и прижимные. Базовые детали используют для закрепления (основания крепления) остальных деталей УСП. К ним относятся плиты и угольники с пазами. Они крепятся на столе станка. Опорные приспособления предназначены для создания опоры. Они состоят из прокладок, опор, призм и угольников. Установочные приспособления (шпонки, пальцы, пере-

ходники, штыри) нужны для соединения базовых и опорных. Направляющие детали служат для задания направления подвижных частей приспособлений. К ним относятся валики, колонки, хвостовики. Прижимные приспособления предназначены для жесткого крепления заготовки к опоре. Они состоят из болтов и гаек различных форм и размеров [4].

После обработки заготовки сборка из УСП может разбираться не полностью, так как из нее можно собрать новую сбоку для выполнения следующей операции. Так благодаря УСП можно улучшить качество обрабатываемых деталей, повысить производительность, сократить сроки подготовки производства. На базе УСП изготавливают механизированные приспособления, предназначенные для установки заготовок на станках с ЧПУ фрезерной и сверлильной групп в условиях мелкосерийного и серийного производства. К недостаткам УСП можно отнести большую массу приспособлений, большие затраты на приобретение, невозможность обработать заготовку сразу с нескольких сторон, ограничение габаритов заготовок, обработка на пониженных режимах [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Станки сверлильно-фрезерно-расточной группы [Stanki-katalog] – [http://stanki-katalog.ru/st\\_43.htm](http://stanki-katalog.ru/st_43.htm) (дата доступа: 18.10.2021).
2. Сверлильно-фрезерно-расточные станки [Энциклопедия по машиностроению] – <https://mash-xxl.info/info/207104/> (дата доступа 19.10.2021).
3. Приспособления для крепления заготовок на фрезерных станках [Станочный мир] – <https://stanok-kpo.ru/stati/658.html> (дата доступа 20.10.2021).
4. Универсальные сборные приспособления [Библиотека технической литературы]. – Режим доступа: <http://delta-grup.ru/bibliot/6/49.htm> (дата доступа 20.10.2021).

УДК 621.79.74

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДА ВАКУУМНО-ДУГОВОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ**

*Еленёв Д. Н., Сяхович П. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Орлова Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуумно-дуговое нанесение покрытий – физический метод нанесения тонкопленочных покрытий в вакууме на изделие материала из плазменных потоков [1].

Данный метод используется для нанесения на различные изделия композиционных, металлических и керамических пленок. Полученные покрытия обладают: высокой прочностью сцепления с подложкой, дисперсной структурой и малой пористостью, также возможностью распылять металлы и сложные сплавы, хорошей производительностью [2].

Проблемы в процессе вакуумно-дугового испарения связаны с тем, что если катодное пятно остается в точке испарения продолжительное количество времени, то оно эмитирует большое количество макрочастиц. Благодаря этим макровключениям снижаются характеристики покрытий (адгезия и т. п), также в ряде случаев эти макрочастицы могут превосходить по размеру толщину самого покрытия. В случаях, если материал катода-мишени имеет низкую температуру плавления, к примеру алюминий: мишень под катодным пятном может проплавиться насквозь, из-за чего или начнет испаряться материал держателя катода, или охлаждающая катод вода начнет поступать в вакуумную камеру, что приведет к возникновению аварийной ситуации [2].

Чтобы решить данную проблему, авторами данной статьи предлагается катодный узел спроектировать по аналогии с конструкцией источника Саблева.

Катодно-дуговой источник конструкции Саблева (см. рисунок 1) состоит из короткого массивного катода-мишени

цилиндрической формы, который изготовлен из электропроводного материала, и открытого с одного конца. Данный катод окружен находящимся под плавающим потенциалом кольцом, предназначенное для защиты нерабочих поверхностей от воздействия дуги. Анодом для данной системы служит либо стенка вакуумной камеры, либо отдельный анод. Катодные пятна инициируются зажиганием дуги при помощи механического триггера на открытом конце катода путем кратковременного замыкания цепи между катодом и анодом. После зажигания дуги, движение катодных пятен задается посредством внешнего магнитного поля [3].

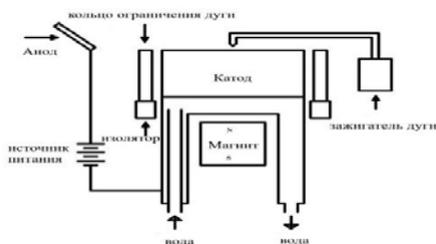


Рисунок 1 – Катодно-дуговой источник конструкции Саблева

Благодаря тому, что мы можем по средствам магнитного поля управлять катодным пятном, мы избавляемся от последствий проплавления насквозь легкоплавкого материала катода-мишени, что может привести к аварийной ситуации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуумно-дуговое нанесение покрытий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tinyurl.com/yj2zvksk>.
2. Проблемы вакуумно-дугового испарения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tinyurl.com/yfrh825w>.
3. Катодно-дуговой источник конструкции Саблева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [shorturl.at/qAEYZ](http://shorturl.at/qAEYZ).

УДК 621.52

## **МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАТНОГО ПОТОКА: ФОРВАКУУМНЫЙ НАСОС**

*Есипович Д. А.*

*Научный руководитель: канд. тех. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Диффузионный насос используется в паре с форвакуумным насосом, который необходим для предварительной откачки и для эвакуации откачиваемого газа с выхлопного патрубка диффузионного вакуумного насоса. Работа и характеристики работы диффузионного насоса в значительной степени определяются характеристиками форвакуумного насоса. Поэтому от правильного выбора форвакуумного насоса зависит эффективность работы вакуумного поста в каждом конкретном приложении.

Пропускная способность форвакуумного насоса должна быть в пределах  $1/2 \dots 1/10$  от пропускной способности диффузионного насоса. Если система значительную часть времени работает при относительно высоком давлении на входном фланце насоса, лучше выбрать форвакуумный насос с высокой пропускной способностью.

Для систем, в которых необходимо получать высокий вакуум, используют масляные вращательные вакуумные насосы.

В системах, которые не требуют получения высокого вакуума, но требуют откачивать большие объемы газов, которые могут конденсироваться внутри насоса, используют водокольцевые вакуумные насосы.

В последние годы наметилась тенденция широкого использования более современных безмасляных насосов, чтобы получаемый вакуум не загрязнялся парами масла. Далее мы рассмотрим основные типы вакуумных агрегатов. Они имеют

разные принципы действия, что дает им определенные плюсы и минусы при тех или иных условиях эксплуатации.

Водокольцевой насос. К достоинствам можно отнести: простота конструкции, возможность откачивать грязные и опасные потоки, а также низкая цена. К недостаткам: потребление воды и высокое энергопотребление.

Пластинчато-роторный насос. Достоинства: широкий диапазон производительности, совершенство и надежность конструкции. Недостатки: необходимость замены масла, есть расходные элементы – такие как выхлопные и масляные фильтры, уплотнения и т. д.

Золотниковый (плунжерный) насос. Достоинства: мало ответственных мест, небольшие силы трения подвижных элементов, что снижает расходы на охлаждение, сведено к минимуму вредное пространство. Недостатки: ограничения по температурным условиям (до +30 °С), невозможность перекачки из одной емкости в другую, нельзя перегревать насос.

Винтовой насос. Достоинства: безмасляный, возможность откачивать пары жидкости и агрессивных сред, способен выдерживать высокую газовую нагрузку, большой ресурс, надежность. Недостатки: высокая цена, необходимо инфракрасная структура для охлаждения и продувки узлов подшипников.

Насос Рутса (двухроторный). Достоинства: нет пар трения скольжения, бюджетный способ увеличить производительность форвакуумного насоса, относительно высокая производительность. Недостатки: значительный уровень шума и вибрации, валы не охлаждаются, поэтому необходимо следить за температурой газа, стальные части подвергаются коррозии.

Спиральный насос. Достоинства: безмасляный, низкий уровень шума и вибрации, сравнительно небольшие габариты и вес, высокая универсальность. Недостатки: высокая цена, максимальная быстрота откачки 1000 л/мин, в откачиваемой среде не должно присутствовать твердых частиц, абразивов.

УДК 533.59

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВАКУУМНОЙ АСПИРАЦИИ**

*Желтко В. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальных технических университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуум-аспирация – метод для прерывания нежелательной или паталогической беременности благодаря извлечению плода с помощью вакуумного насоса. Процедура вакуумного аборта является безопасной и одобрена ВОЗ, сверх того, она является куда более безопасной, чем хирургическое прерывание беременности. Вакуумный аборт обладает рядом преимуществ [2]:

– Минимальные кровопотери и ущерб шейки матки;

– Возможность проведения процедуры без наркоза и в амбулаторных условиях;

Однако эта методика имеет некоторые недостатки:

– Неполный аборт (неудачная попытка аборта, при которой плодное яйцо остается в матке);

– Удаление плода можно провести только на ранних стадиях (до 12 недель). В некоторых случаях до 15;

Рассмотрим принцип работы и устройство оборудования на примере устройства для вакуумной аспирации ВИСМА ПЛАНАР В-80А. Устройство для вакуумного аборта состоит из вакуумного насоса мембранного типа и двух банок-сборников. Устройство работает при мощности 175 ватт и откачивает 95 кПа [1].

Конструкция оборудования представлена на рисунке 1.

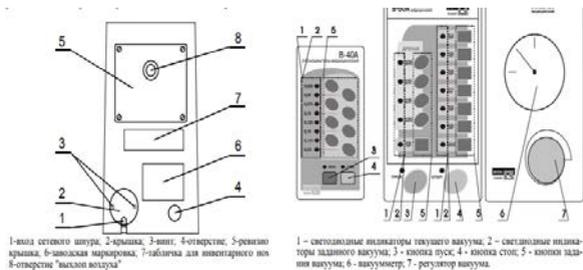


Рисунок 1 – Устройство ВИСМА ПЛАНАР В-80А



Рисунок 2 – Модифицированная насадка

Для решения проблемы с прерыванием беременности только на ранних сроках автор работы предлагает расширить отверстие в банке и сделать сменные насадки большего диаметра. Благодаря сменным насадкам можно будет прерывать беременность вплоть до 17 недель. Максимальный трубопровод в таком случае нужно будет сделать диаметром 130 мм. Для решения проблемы с неполным абортom я предлагаю интегрировать камеру и датчик LiDAR на наконечник и подключить их к ПК. Благодаря этому можно будет предельно точно дислоцировать плодородное яйцо и нанести меньший ущерб тканям (см. рисунок 2).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эвакуация плодного яйца при помощи шприца-аспиратора. Нина Франкел и Мариан Эйберанати, 2004.
2. Медицинская газета, № 84 – 27 октября 2004.

**УСТРОЙСТВО ПЕРЕМОТКИ ПЛЕНКИ  
УСТАНОВКИ «РУЛОН - 1000»**

*Ильин В. С., Аршавский В. С.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Механизм перемотки предназначен для перемотки пленки с подающей шпули на приемную, с протяжкой пленки через зону напыления, намотки отметаллизированной пленки в рулон.

Механизм перемотки должен обеспечивать:

- Равномерную, заданную скорость подачи пленки.
- Плотность укладки пленки должна быть не хуже, чем на исходном рулоне. Это обеспечивается заданной величиной натяжения.
- Величина натяжения пленки при перемотке от 1 до 200 Н.
- Пленка должна сматываться в рулон без продольных и поперечных складок. Не должно быть смещений по торцу рулона.
- Плотное прилегание пленки к барабану, что обеспечивает отвод тепла с напыляемой пленки.
- Скорость перемотки пленки до 10 м/сек.
- Толщина используемых пленок от 10 до 200 мкм.
- Внутренний диаметр пленки рулона – 75 и 150 мм.

Механизм перемотки (см. рисунок 1) состоит из: основания 23, представляющего собой диск диаметром 1600 мм и толщиной 50 мм. Основание установлено на подвижной тележке 3. На передней части основания установлены три стяжки 13, предназначенные для монтажа опоры 24, валы – экранный 2, экранный 1, прижимной вал 3, вал-барабан 5, промежуточный вал 6, вал намотки 7, промежуточный вал 12, промежуточный вал 14, вал смотки 19, промежуточный вал 20, барабан 17, разделительный экран 22 и др. детали механизма перемотки.

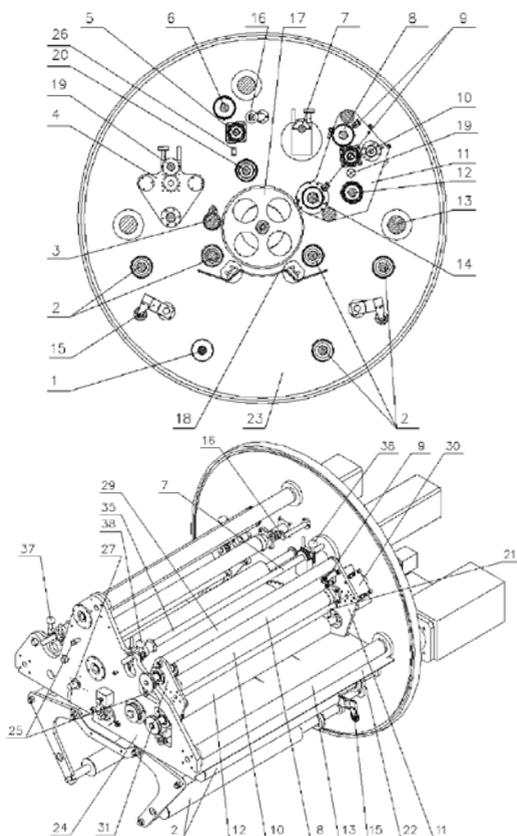


Рисунок 1 – Механизм перемотки

По периметру основания установлена уплотнительная резина. На задней стороне основания установлены электродвигатели 1, 3, 4, 6 приводов, противовес каретки 7, маховик продольного перемещения рулона 5, масленки вводов вращения.

Данная конструкция позволит ускорить процесс напыления, а также приведет к снижению затрат на материалы. В конструкции заложена установка под устройство активации пленки, что позволит наносить большое количество различных материалов и повысить качество покрытия.

УДК 62-91

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УЗЛА НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ МОДЕЛИ «РУЛОН-1000»

*Ильин В. С., Аршавский В. С.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Узел напыления (см. рисунок 1), служит для испарения алюминиевой проволоки и нанесения алюминия на движущуюся пленку. Узел напыления состоит из следующих основных частей: привода механизма подачи проволоки 1, пневмопривода заслонки 2, заслонки резистивных испарителей 3, вводов охлаждения и напряжения 4, сливов 5, устройства наблюдения 7, карданного вала привода заслонки 10, резистивных испарителей (см. рисунок 2), механизма подачи проволоки.

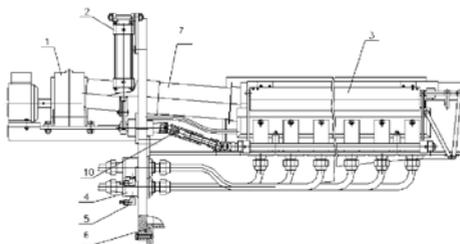


Рисунок 1 – Узел напыления

Узел напыления работает следующим образом: после получения команды о готовности вакуума и заданной температуры барабана через вводы охлаждения (они же являются тоководами) подается питание на резистивные испарители. Испарители разогреваются до заданной температуры в зависимости от технологического процесса. Разогрев испарителей визуаль-но контролируется оператором через устройство наблюде-

ния 7. После достижения заданной температуры (определяется заданными значениями тока и напряжения) в резистивные испарители подается алюминиевая проволока, намотанная на катушку 2 с помощью привода подачи проволоки 1 и механизма подачи проволоки. Оператор корректирует значения тока и напряжения, после чего дается команда на открытие заслонки испарителей 3 и начинается процесс металлизации.

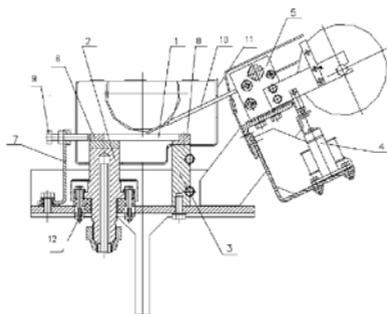


Рисунок 2 – Резистивный испаритель

Резистивный испаритель, состоит из корпуса 11, «лодочки» 1, изолированного от корпуса контакта 3 (он является подводом и сливом воды) изолятором 12, общего контакта всех 11 «лодочек» 3, электромагнита останова подачи проволоки 4, механизма подачи проволоки 5, Г-образной пружины 7, поджимающей соответствующую «лодочку». Усилие поджатия регулируется винтом 9. Зажим «лодочек» обеспечивается только по торцевым поверхностям с помощью медных упоров 6 и 8. Проволока подается в резистивный испаритель с помощью направляющей трубки 10, изготовленной из нержавеющей стали. Трубка 10 должна быть установлена таким образом, чтобы проволока попадала четко в центр лодочки. В этом случае испарение алюминия максимально.

Данная конструкция узла напыления может применяться для нанесения различных материалов в виде проволоки на поверхность пленки методом термического испарения.

УДК 62-982

## **ОСОБЕННОСТИ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ДЛИННОМЕРНЫХ МАССИВНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

*Кагало В. Г.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Босяков М. Н.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) – химико-термическая упрочняющая обработка в аномальном тлеющем разряде инструмента, деталей штамповой оснастки и машиностроения, обеспечивающая диффузионное насыщение поверхностного слоя сталей, чугуна, сплавов титана, алюминия и прочих металлов, и сплавов азотом (или азотом и углеродом, в случае карбонитрирования) чаще всего при давлении 80–500 Па и более. Упрочняемые изделия являются катодом, а стенки камеры – анодом. Температура обработки изделий из стали и чугуна может изменяться в достаточно широких диапазонах (350–600 °С), которые, однако не допускают отпуск деталей при повышенной температуре.

Технологическими факторами, влияющими на эффективность ионного азотирования, являются температура процесса, продолжительность насыщения, давление, состав и расход рабочей газовой смеси. Изменяя вышеперечисленные технологические факторы, можно получать азотированные слои заданной структуры и фазового состава [1].

На ЗАО «СИПР С ОП» изготавливаются вал-шестерни длиной 2544 мм, с максимальным диаметром 350 мм и массой 1126 кг, для которых требуется упрочняющая обработка методом ионно-плазменного азотирования. Исходя из темпа их производства, возникает необходимость проводить упрочняющую обработку одного или одновременно двух вал-шестерен. Практика обработки такого рода изделий показывает, что

наиболее рациональным является использование камер шахтного типа, располагаемых в специальной приемке, а детали обрабатываются в завешенном состоянии с использованием специальной оснастки, которая должна быть изготовлена из нержавеющей стали, допускающей эксплуатацию при температурах до 600 °С.

Особенностью обработки названных деталей является также то, что их площадь составляет величину порядка 2,75 м<sup>2</sup>, что затрудняет процесс формирования тлеющего разряда с параметрами, обеспечивающими необходимые характеристики по плотности тока и напряжению на разряде. При площади менее определенного значения аномальный тлеющий разряд имеет тенденцию переходить в дуговой, что негативно сказывается на процессе азотирования – может образоваться перегрев части детали, стенок камеры или оснастки. При обработке в режиме высокого давления и низкого напряжения на электродах велика вероятность формирования неоднородного распределения глубины азотируемого слоя по поверхности детали. Поэтому эффективным методом обеспечения качественной упрочняющей обработки названных деталей является использование специальной оснастки, представляющей из себя цилиндр со сменными специальными экранами. Это позволяет обеспечивать достаточно широкий диапазон параметров тлеющего разряда независимо от степени загрузки камеры, тем самым обеспечивая качественную упрочняющую обработку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. научных трудов. В 2 кн. Кн. 1. Новые технологии и материалы / редкол.: В. Г. Залесский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2021. – 405 с.

УДК 62-982

**КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ОСНАСТКИ  
ДЛЯ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ  
ДЛИННОМЕРНЫХ МАССИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*Кагало В. Г.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Босяков М. Н.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Дана деталь типа вал-шестерня длиной 2544 мм, с максимальным диаметром 350 мм и массой 1126 кг, для которой требуется упрочняющая обработка методом ионно-плазменного азотирования. Исходя из темпа производства подобных деталей, упрочняющая обработка будет производиться для одной или двух деталей одновременно.

При конструировании приспособлений необходимо учитывать размеры, формы деталей, а также возможный характер их деформации и условия охлаждения. Важным параметром является вес обрабатываемых деталей, так как валы обрабатываются в подвешенном состоянии. При упрочняющей обработке массивных валов весом более 50 кг в валах создают технологические резьбовые отверстия, которые располагаются в торце вала, располагаясь соосно оси вала, что видно на рисунке 1.

Детали обрабатываются в завешенном состоянии с использованием специальной оснастки, которая должна быть изготовлена из нержавеющей стали, допускающей эксплуатацию при температурах до 600 °С.

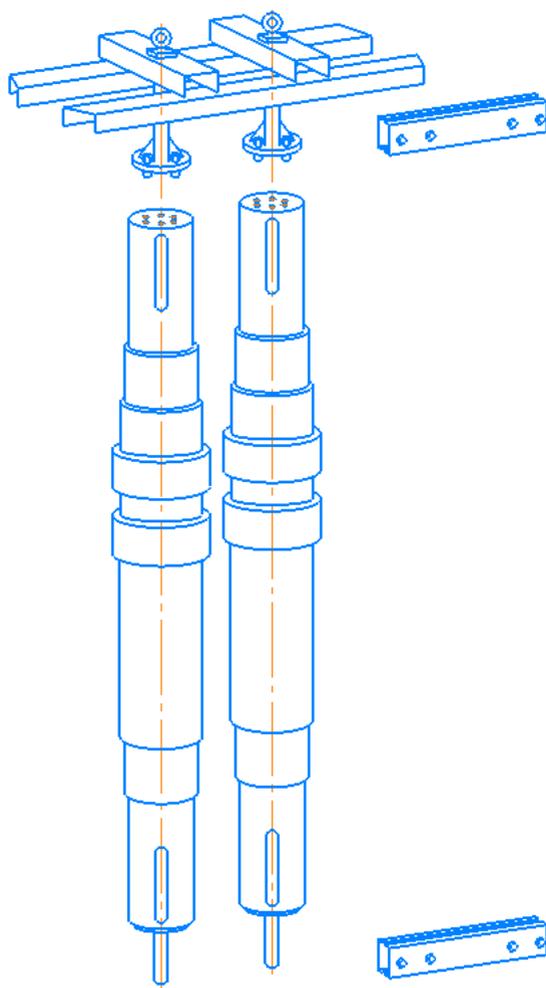


Рисунок 1 – Крепление вал-шестерен на оснастку

Данная оснастка является достаточно простой в изготовлении и эксплуатации, что обеспечивает универсальность и простоту в ремонте. Дополнительные крепления в верхней части оснастки и внизу валов позволяют зафиксировать их положение при транспортировке и загрузке в вакуумную камеру.

УДК 621.438.9

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ  
«ВАКУУМ-ДАВЛЕНИЕ-ВАКУУМ»**

*Калюта И. В., Новохрост С. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Стандартная обработка (пропитка) древесины вручную требует значительно большее количество времени. При пропитке в обычных условиях данный метод не дает длительную защиту, так как консервант впитывается на маленькую глубину поверхностного слоя. Из-за этого данный слой под воздействием окружающей среды со временем подвергается разрушениям. Чтобы этого избежать и защитить древесину от окружающих факторов, разработали метод глубокой пропитки древесины. Это способ пропитки древесины под давлением методом «вакуум-давление-вакуум» (ВДВ).

Перед отправкой в автоклав каждый слой продукции предварительно прокладывается рейкой. Далее материал на специальной тележке загружается в автоклав, емкость герметизируется и создается начальный вакуум. Благодаря этому открываются поры дерева. Вакуум выдерживается определенное время.

Затем автоклав заполняется специально подготовленным в определенных пропорциях жидким составом и гидравлическим давлением до 12 атмосфер и в материал вводится (импрегнируется) водный раствор консерванта-антисептика и добавки которая служит дополнительной защитой от грибков и вредителей.

Через определенное время давление снимается, раствор консерванта сливается из автоклава и создается конечный вакуум, который удаляет излишки раствора консерванта из древесины. Затем проводят разгерметизацию автоклава. Технологический процесс закончен. В результате такой пропитки компоненты

консерванта-антисептика глубоко фиксируются в структуре древесины. Древесина подсушивается в защищенном от УФ-лучей состоянии на специально отведенной площадке.

После пропитки методом ВДВ сосна приобретает качества твердых пород дерева за счет внесенных микрочастиц меди. Специально подобранные химические элементы защищают продукцию от насекомых, грибов, влаги и ультрафиолета. Без контакта с землей такое дерево практически вечно. В контакте с землей и водой такой материал выстоит не менее 10 лет.

Однако у данного метода есть и недостатки, которые требуется устранить. Консервант-антисептик, используемый для пропитки древесины, является очень пенообразующей жидкостью. Поэтому при работе с ней, образуется большое количество пены, которая попадает в вакуумный насос и заводской сепаратор не справляется с разделением воздуха и пены. Вследствие чего химическая пена выбрасывается в атмосферу.

Для этого на производстве ООО «Профитсистем» был разработан самодельный сепаратор, который представляет собой длинный трубопровод, состоящий из большого количества изгибов, перепадов высот, расширений и сужений. Это позволяет снижать скорость потока пены, вследствие чего она осаждается на стенках трубопровода и стекает в сливной бак.

Так как в пропитке древесины данным способом используют вакуумные водокольцевые насосы, при большом объеме работы, их рабочая жидкость начинает нагреваться. Это приводит к перегреву насоса и ухудшению его рабочих характеристик. Вследствие чего, не достигается требуемый вакуум.

Для решения данной проблемы, предусматривают дополнительные трубопроводы, для отвода нагретой и притока охлажденной рабочей жидкости (воды). Что позволяет поддерживать рабочую температуру насоса. А так же, нагретую рабочую жидкость (воду) зимой используют для замешивания консерванта, что позволяет поддерживать его в теплом состоянии и избежать заледенения в трубопроводе.

## **ВИДЫ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

*Калюта И. В., Новохрост С. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Дерево – это красивый и надежный материал, который используют практически в любой отрасли. Однако некоторые факторы, уменьшают длительность его службы. Пропитка маслами, всегда считалась лучшим способом для продления срока службы, однако сейчас существуют и другие методы.

Защиту древесины делят на два класса: химическую и конструктивную. Конструктивные подразумевают под собой действия, обеспечивающие хранение древесины в благоприятных условиях, при определенной влажности, температуре и профессиональной обработке. Однако это невозможно делать с домами или изделиями которые находятся на улице. Для этого существует химический способ, который разделяют на консервирование и антисептирование.

Антисептирование – это обработка поверхностей деревянных изделий с целью предотвращения образования разрушающих факторов. Данный способ используют как в промышленном, так и в частном применении. В зависимости от шероховатости поверхности и вязкости антисептика, различают два способа:

– Нанесение покрытия кистью либо распылителем. Такое покрытие позволяет нанести тонкий слой антисептика, который является защитным. Этот метод чаще всего используют для покрытия уже построенных домов или заборов.

– Окунание в антисептике. Данный способ осуществляется погружением деревянных изделий в большую ванну с антисептиком. Чаще всего его применяют в промышленных целях на этапе подготовки.

Консервирование, используется в промышленных условиях, так как для данного метода нужны специальные условия. Подразделяют три вида данной обработки:

– Автоклавная пропитка. Данный способ дает возможность получить глубокую пропитку древесины. Пропитка происходит в герметичной емкости (автоклаве), что позволяет создать в ней вакуум и избыточное давление.

Используют метод ВДВ (вакуум-давление-вакуум). Для этого древесину погружают в автоклав, и создают в нем вакуум, который раскрывает поры древесины для лучшего поглощения пропитки, затем заполняют автоклав антисептиком и создают избыточное давление, для «запрессовывания» антисептика вглубь древесины. Затем антисептик сливают и создают конечный вакуум для вытеснения излишков пропитки из древесины.

Также различают методы давление-вакуум (ДВ) и давление-давление-вакуум (ДДВ).

– Пропитка в горячехолодных ваннах. Этот способ включает в себя получение вакуума с помощью резких смен температур. Сперва древесину погружают в сильно разогретую жидкость, благодаря чему, из древесины начинает вытесняться часть влаги и воздуха. Следом материал резко помещают в холодную жидкость, в следствии чего начинается уменьшение воздушно-паровой смеси, а на поверхности материала образуется вакуум. После этого, пропитка происходит при атмосферном давлении.

– Автоклавно-диффузионным способ. Главный плюс данного метода – это возможность пропитки неподготовленной и непросушенной древесины. Данный способ состоит из трех этапов: сушка древесины в паровакуумных камерах, нанесение антисептика (при атмосферном давлении), выдерживание материала для реализации диффузионного перераспределения и закрепление антисептика в древесине.

УДК 621.793

## **КАТОД ИЗ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ**

*Корзун А. Д.*

*Научные руководители: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.,*

*канд. техн. наук, доцент Латушкина С. Д.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Высокоэнтропийные сплавы – это новый класс соединений, основанный на смешивании многих металлов в приблизительно в равных количествах. В случае с высокоэнтропийными сплавами атомы различных элементов располагаются произвольным образом в решетке, т. е. это неупорядоченные сплавы. Такие сплавы состоят обычно из пяти и более компонентов. Все атомы имеют одинаковую вероятность расположения в определенном узле решетки. Наличие разнородных атомов элементов с разными размерами приводит к существенному искажению кристаллической решетки и затруднению диффузии, что, в свою очередь, обеспечивает рост прочностных свойств и их стабильность в широком температурном интервале.

Уникальная структура обеспечивает высокоэнтропийному сплаву целый комплекс важных эксплуатационных характеристик, таких как твердость, износостойкость, устойчивость к окислению и коррозии, высокая термическая стабильность по сравнению с традиционными материалами [1].

На данный момент существует множество методов получения мишеней и катодов из высокоэнтропийных сплавов: литьевой метод, механическое легирование, лазерное плакирование и литье в комбинации с различными методами плавления: дуговым индукционным, электродуговым [2].

В Государственном научном учреждении «Физико-технический институт национальной академии наук Беларуси» в лаборатории «Вакуумно-плазменных покрытий» для нанесе-

ния высокоэнтропийных сплавов на изделия предлагается использовать вакуумную установку модели УРМ3279.048, которая позволяет формировать покрытия из двух катодов одновременно в условиях сепарации плазменного потока. В качестве первого катода использовался материал титан марки ВТ1-0, а второй из алюминия А99, при этом в катод из алюминия вкручивали штифты из нержавеющей стали марки 08Х18Н10Т (см. рисунок 1).

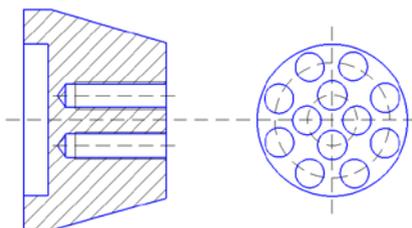


Рисунок 1 – Катод составной

Покрyтия, полученные по данной технологии прошли испытание на микротвердость. Результаты на данный момент обрабатываются.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.tvtomsk.ru/news/53648-uchenye-tgu-sozdajut-novye-splavy-sposobnye-vyderzhat-nagruzki-kosmosa.html/> (дата доступа 15.10.2021).

2. Латушкина, С. Д. Кислянков В. В. Вакуумно-дуговые покрытия из высокоэнтропийных сплавов / В. В. Кислянков; науч. Рук. С. Д. Латушкина // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке: материалы Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов 24–25 мая 2018 г. – Минск: БНТУ, 2018. – Ч. 2. – С. 146–149. (дата доступа 19.10.2021).

## **ПОКРЫТИЯ ИЗ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ**

*Корзун А. Д.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В современном мире благодаря быстро растущим потребностям промышленности, а также стремительному развитию технологий, разрабатывается все большее количество новых сталей и сплавов, а также растет их доля в общей массе материалов. В связи с этим получило развитие образование высокоэнтропийных соединений. Высокоэнтропийные сплавы содержат не менее 5 элементов, причем количество каждого из них не должно превышать 35 ат. % и не должно быть меньше 5 ат. %. При определенных комбинациях элементов в этих сплавах возможно получение высоких показателей прочности, пластичности, износостойкости, коррозионной стойкости.

Наличие широкого диапазона составляющих элементов высокоэнтропийных сплавов позволяет получать разнообразные нитриды на их основе с требуемыми химическими и физическими свойствами.

Покрытия из высокоэнтропийных сплавов в большинстве случаев получают обычно с помощью метода магнетронного напыления. Однако данному методу присущ такой недостаток, как низкий коэффициент использования материала мишени, а так как в случае с высокоэнтропийными сплавами материал достаточно дорогостоящий, то это значительно сказывается на себестоимости изделий. В связи с этим предлагается использовать вакуумный электродуговой метод для нанесения покрытий из высокоэнтропийных сплавов.

Так, например, учеными Харьковского политехнического института был разработан катод из высокоэнтропийных сплавов,

состоящий из шести элементов (AlTiVCrNbMo). Покрытие толщиной 3...5 мкм получали на вакуумной установке УВН-2М-1 при рабочем вакууме 0.5 Па. Подложку использовали из меди. Учеными Харьковского политехнического института [3] были проведены исследования, в ходе которых было выяснено, что однофазное состояние присуще покрытиям, полученным при температуре  $T_s = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $T_s = 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а покрытия, полученные при низкой  $T_s = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  не обеспечивают однородного перемешивания и формирования однофазного состояния.

Работниками государственного научного учреждения «Физико-технический институт национальной академии наук Беларуси» были получены высокоэнтروпийные покрытия на подложках из кремниевых  $\text{SiO}_2$  и твердосплавных пластин марки T15K6, получены электродуговым путем одновременного распыления двух катодов с сепарацией плазменного потока. Причем в качестве материала одного из катодов использовали титан марки VT1-0, а второй катод был составным (в алюминиевую основу вкручивались шпильки из нержавеющей стали марки 08X18H10T). Полученные покрытия хорошо себя зарекомендовали в условиях интенсивного износа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Энтропия смешения [Электронный ресурс] // Энтропия смешения / URL: [https://360wiki.ru/wiki/Entropy\\_of\\_mixing/](https://360wiki.ru/wiki/Entropy_of_mixing/) (дата доступа 15.10.2021).
2. Латушкина С. Д., Шкробот В. А. Вакуумно-плазменные покрытия на основе высокоэнтропийных сплавов. – УДК 621.793.182. (дата доступа 15.10.2021).
3. О. В. Соболев, А. Е. Бармин, В. Ф. Горбань. ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА СОСТАВ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ AlTiVCrNbMo ПОКРЫТИЙ. – УДК 539.216.2. (дата доступа 17.10.2021).

УДК 544.558

## НАНЕСЕНИЕ DLC ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ PECVD

*Коротченя М. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Алмазаоподобное (DLC) покрытие отличается ценными свойствами: высокой твердостью, низким коэффициентом трения, износостойкостью, химической инертностью, биосовместимостью, электрической изоляцией, экологической чистотой, оптической прозрачностью и гладкостью [1]. С прошлого века алмазаподобным покрытиям уделялось все больше внимания в контексте улучшений физико-механических свойств материала. Но из анализа имеющейся информации [2] следует, что заранее требуется провести большую аналитическую работу для выбора наиболее подходящей технологии получения DLC-покрытия. Основные преграды, связанные с нанесением DLC-покрытий: выбор правильного типа покрытия для каждого конкретного случая.

Основными компонентами DLC покрытия являются атомы углерода в двух видах гибридизации ( $sp^2$  и  $sp^3$ ), и атомы водорода. В зависимости от соотношения этих составляющих существуют различные виды DLC покрытий. Такие параметры процесса как: напряжение смещения подложки, время процесса, энергия и плотность ионов, температура подложки оказывают значительное влияние на характеристики DLC покрытий.

Рассмотрим процесс плазменного химического осаждения из паровой фазы (PECVD). У этого метода для создания и поддержания плазмы требуется меньшая энергия по сравнению с другими методами [2]. Особенностью данной технологии является то, что для производства DLC покрытий необходимо использовать только ацетилен ( $C_2H_2$ ) повышенной очистки.

Преимуществом этой системы является и то, что нет необходимости в радиочастотном (RF) генераторе или импульсном источнике постоянного тока.

Осаждение происходит только при использовании источника питания постоянного тока. Рабочее давление в вакуумной камере ( $7 \cdot 10^{-3}$  Па) достигается, как правило, комбинацией диффузионного и пластинчато-роторного насосов. Предварительно подложки очищаются с помощью распыления ионов  $Ag^+$  с использованием постоянного тока с напряжением 1500 В, подаваемого на анод. Осаждение проводят при напряжении 1000 В используя газ-ацетилен. Алмазоподобный слой получают методом адсорбции свободных углеводородных радикалов и образования химических связей, и, таким образом, можно получить твердые и равномерно распределенные на подложке слои DLC.

Покрытия DLC доказали свою безопасность и эффективность для медицинских изделий, таких как тазобедренные и коленные суставы. Не следует забывать о возможности нанесения DLC покрытий на подвижные, вращающиеся детали и узлы автомобилей. Алмазоподобные покрытия наносятся на режущий инструмент. Нанесение DLC-покрытия на литейные и пресс-формы значительно увеличивает срок их службы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков, С. М. Свойства и применение DLC покрытий / С. М. Боровиков, Р. В. Пигаль, О. И. Терещук. – // Молодой ученый. – 2021. – № 6 (348). – С. 69. – URL: <https://moluch.ru/archive/348/78482/> (дата обращения: 25.10.2021).

2. Muthuraja, A.; Naik, S.; Rajak, D. K.; Pruncu, C. I. Experimental investigation on Cr-DLC coating through plasma enhanced chemical vapour deposition (PECVD) on the nozzle needle surface. *Diam. Relat. Mater.* 2019, 100, 107588.

УДК 621.793.1

**МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПРЕССОРНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ОАО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ»**

*Кохан Ю. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Орлова Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Целью являлось изучение путей модернизации систем газодинамических уплотнений компрессоров.

К началу 21 столетия в роли концевых уплотнений роторов компрессорного оборудования наибольшее использование получили бесконтактные радиально-щелевые уплотнения с плавающими кольцами и подачей затворной воды, торцовые уплотнения с масляным затвором и гидростатические уплотнения.

Самой главной проблемой указанных выше видов увеличения герметичности является потребность добавления в технологическую схему аппарата, для создания циркуляции уплотнительной воды. Нагнетание, подводимое к жидкости, во всех режимах работы компрессорной машины должно быть больше чем уплотняемое нагнетание, способного доходить до 10 МПа. Этот момент ведет к снижению качества рабочего воздуха или газа и невозвратным потерям уплотнительной жидкости (масла). Внедрение средств повышения герметичности в тех. процесс ведет к ощутимым финансовым проблемам. Структура снабжения циркуляцией уплотнительной жидкости, подсоединяющая маслобак, отделы фильтрования, ловушки для масла, аппараты откачки разных давления, арматуру и элементы для теплопередачи существенно утяжеляют конструкцию и увеличивают габариты компрессора и ведут к удорожанию компрессора и к сужению его универсальности. Указанные выше минусы концевых уплотнений корпуса сжатия компрессорной машины можно избежать использованием «сухих» газодинамических способов увеличения герметично-

сти, которые не нуждаются в вместительной и энергозатратной системе. При этом ухудшение рабочего газа уплотнительной жидкостью (маслом) сводится к нулю, снижаются потери мощности на трение в зонах возможного перетекания, повышается КПД их работы.

В компрессорных машинах воздушного типа большое распространение получили следующие виды конструирования «сухих» газодинамических средств уплотнений герметичности, применяем в зависимости от рабочих и эксплуатационных условий: одноступенчатое, двухступенчатое, трехступенчатое, двухстороннее или «Спина к спине». Одноступенчатые виды зачастую используются в компрессорных машинах для сжатия газа, отток которых в окружающую среду не является опасным, к примеру, в процессах сжатия воздуха (компримирования). Уплотнения данного вида также могут использоваться, ввиду своих конструкторских особенностей. Главным минусом одноступенчатых уплотнений является то, что при разрушении газодинамической ступени, например, по причине нарушения технического регламента работы компрессора, уплотняемый газ попадает в область подшипниковых камер и далее в машинный зал. Данного минуса лишена конструкция двухступенчатого уплотнения. Главной особенностью данной конструкции служит присутствие второй ступени - страховочной, которая предотвращает попадание газа в область машинного зала, если возникнут повреждения в первой ступени, например, износ или ржавчина. При износе первой ступени и коротком сроке до плановой остановки рабочей технологической линии, позволяет не выключать компрессорную машину для замены уплотнения и продолжить работу на страховочной ступени. Указанные выше достоинства и есть причина частого использования двухступенчатых конструкций в компрессорной машине.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФЕНА В СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

*Кукишев А. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Орлова Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Способы снижения износа:

- высококачественный выбор материалов;
- обеспечение необходимой чистоты деталей во время обработки;
- легирование материалов деталей для улучшения их механических свойств;
- соблюдение режимов смазывания.

Уменьшение коэффициента трения в узлах механизмов это одна из наибольших проблем техники. Трущиеся детали изнашиваются быстрее всего, именно из-за этого им уделяется особое внимание. Эти детали при их доработке могут существенно увеличить время работы механизмов. Из этого следует, что необходимо искать новые материалы, покрытия и смазочные материалы, которые помогут увеличить срок службы механизмов.

Относительно новый материал графен, который имеет потенциал во многих сферах, его свойства в трибологии до конца не исследован. Я рассмотрел трибологические исследования, на основе которых можно сделать вывод, что графен можно использовать в качестве самосмазывающегося твердого вещества или в качестве добавки к смазочным маслам.

Эксперимент. Шарик из оксида циркония, закрепленный на конце балки, 1 мм в диаметре. Испытуемый образец - кремниевая пластина 1×1 см. Если опустить шарик до прикосновения с поверхностью и совершать возвратно-поступательные движения, шарик начнет давить на испытуемый материал с си-

лой, которая зависит от упругости подвеса и степени его деформации. По истечении некоторого времени, можно будет наблюдать на поверхности испытуемого материала небольшую канавку (длина – 2 мм) [1]. Диаграмма коэффициента трения от количества циклов представлена на схеме а (рис. 1).

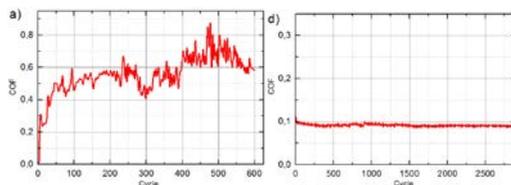


Рисунок 1 – Диаграмма коэффициента трения от количества циклов

Если на кремний нанести слой графена, то при повторном проведении эксперимента, можно заметить, что следов износа на поверхности экспериментального материала не появилось, при этом кривая коэффициента трения представлена на схеме б (см. рисунок 1).

Смотря на данный эксперимент, можно сделать вывод, что графен прекрасный материал, для уменьшения коэффициента трения и в будущем будет занимать не последнее место в списке смазочных материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чичинадзе, А. В. Основы трибологии / А. В. Чичинадзе. – Москва «Машиностроение». – 2001.

## **ПРОТИВОПОЖАРНАЯ СИСТЕМА**

*Мадолинский М. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технически университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Одной из главных проблем при пожаротушении в наше время является сохранение имущества, которое может быть уничтожено как огнем, при несвоевременных действиях, так и в результате самой операции тушения пожара из-за напора воды, коротких замыканий и т. д. Сильнее всего подвержены повреждениям при пожарах электрооборудование и документы, в то же время они зачастую являются наиболее ценным имуществом.

Для решения данной проблемы были разработаны инновационные методы пожаротушения, например, использование «сухой воды» – сложного химиката, не повреждающего бумагу и обладающего диэлектрическими свойствами. Тем не менее, данные методы не лишены недостатков: использование дорогого расходного материала, требование к его периодической замене, также, в случае неудачи при попытке справиться с ЧП при помощи спринклерной системы, приходится прибегать к традиционным методам борьбы с огнем, что сведет на нет все достоинства применения «сухой воды».

Решением данной проблемы может стать разработка вакуумной системы предотвращения пожара. Принцип действия заключается в снижении концентрации кислорода в воздухе защищаемого объекта и поддержании ее на уровне 14–16 % в режиме 24/7 в течении всего срока эксплуатации (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Противопожарная система

Достоинства данной системы: замена стандартного оборудования для пожаротушения, полное исключение возможности повреждения имущества в результате ее работы, возможность не допустить возгорания практически любой степени сложности, не имеет конструктивных ограничений, простота установки и обслуживания оборудования, проверка системы в режиме реального времени.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Система предотвращения пожара, понижающая уровень кислорода в воздухе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.conteg.ru/hypoxic-air-fire-preventive-system-ru>. – Дата доступа: 28.09.2021.

УДК 621.438.9

**ПОДБОР ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ  
ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА  
ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ**

*Маньковский Д. С.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Термической обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры [1]. Одной из важных промежуточных операций закалки деталей является предварительный нагрев, который позволяет значительно ускорить закалку, а также положительно влияет на физико-механические свойства деталей.

В данном случае нагрев деталей будем осуществлять токами высокой частоты, при этом в процессе нагрева поверхности детали необходимо подобрать температурный интервал, который в свою очередь, зависит от материала изделия и массогабаритных характеристик.

Так, например, при обычном поверхностном нагреве под закалку стальных деталей, диффузионное растворение углерода по всему объему слоя не успевает завершиться. Для увеличения скорости диффузионного насыщения применяют высокую температуру нагрева 1000–1050 °С [2].

Режим нагрева под поверхностную закалку разделяется на три стадии [3]:

- 1) нагрев при малой удельной мощности до 600–700 °С;
- 2) форсирование нагрева за счет увеличения удельных мощностей нагрева до 1000–1050 °С;
- 3) выдержка при этой температуре.

Таким образом, температура обработки детали принимается на среднем уровне в 1025 °С.

На производстве используется два способа нагрева: одновременный и непрерывно-последовательный. При одновременном способе весь участок поверхности, подлежащий закалке, нагревается одним или несколькими неподвижными индукторами, а затем охлаждается закалочной жидкостью. При непрерывно-последовательном способе нагреваемая деталь перемещается относительно индуктора, нагреваясь за время нахождения в его магнитном поле до температуры закалки, после чего охлаждается в спреерном устройстве.

Для детали типа вал, диаметром 50 мм и длиной 200 мм используем непрерывно-последовательный нагрев при температуре 1025 °С.

## ЛИТЕРАТУРА

1. История и направления развития индукционного нагрева ТВЧ на Минском автомобильном заводе / П. С. Гурченко, А. А. Шипко // Журнал «Литье и металлургия». – № 2 (70). – 2013. – С. 91–105

2. Преимущества закалки ТВЧ. Недостатки высокочастотной закалки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://delta-grup.ru/bibliot/100/41.htm>.

3. Скиба В. Ю. Повышение эффективности технологического процесса обработки деталей машин при интеграции абразивного шлифования и поверхностной закалки ТВЧ: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.03.01 / Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2008. – 257 с.

УДК 614.888.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ» В КОМПРЕССОРНОМ ОБОРУДОВАНИИ

*Маслов М. Ю.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

На сегодняшний день частые причины поломки компрессора и окончательный выход его из строя происходит из-за поломки подшипников винтового блока и подшипников электродвигателя.

Соответственно, выход подшипника из строя может привести либо к заклиниванию винтового блока из-за столкновения роторов, либо к длительному техническому обслуживанию компрессора, чреватому долгим простоем компрессорного оборудования и недостаточной подачей сжатого воздуха.

На сегодняшний день есть решение. Оно базируется на увеличении ресурсов работы электродвигателя и блоков сжатия (винтового, центробежного, поршневого) за счет использования «магнитных подшипников» (см. рисунок 1).

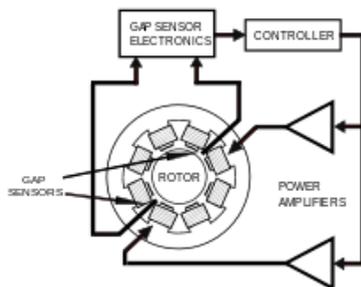


Рисунок 1 – Принцип действия магнитного подшипника

Активный магнитный подшипник работает по принципу электромагнитного подвеса, основанного на индукции вихревых токов во вращающемся проводнике. Когда электропроводящий материал движется в магнитном поле, в материале будет генерироваться ток, который противодействует изменению магнитного поля (известный как закон Ленца). Это генерирует ток, который приведет к созданию магнитного поля, ориентированного противоположно тому, которое исходит от магнита. Таким образом, электропроводящий материал действует как магнитное зеркало.

Преимущества магнитных подшипников включают очень низкое и предсказуемое трение, а также способность работать без смазки и в вакууме. Магнитные подшипники все чаще используются в промышленных машинах, таких как компрессоры, турбины, насосы, двигатели и генераторы. Магнитные подшипники обычно используются в счетчиках электроэнергии в ватт-часах для измерения потребления электроэнергии. Они также используются в приложениях для хранения или транспортировки энергии и для поддержки оборудования в вакууме [1].

Работа компрессора с магнитным подшипником заключается в следующем. Микропроцессоры упреждающе управляют работой компрессора, снижая скорость при более низких нагрузках и / или температурах конденсации, чтобы резко снизить потребление энергии. При этом данный компрессор является более энергоэффективным, с экономией электроэнергии более 30 % по сравнению с традиционными винтовыми компрессорами. Кроме того, они являются одними из самых тихих компрессоров в отрасли, работая со звуком 70 дБА (уровень разговора) практически без вибрации. Валы ротора и крыльчатки этих передовых компрессоров левитируют во время вращения и плавают на магнитной подушке, продлевая срок службы оборудования, избегая контакта металла с металлом вращающихся компонентов и твердотельной электроники. Для

данных компрессоров требуется минимальное плановое обслуживание, а встроенная самодиагностика / коррекция работы системы обеспечивает эффективный мониторинг [2]. Полностью безмасляный режим работы исключает попадание масла в систему сжатого воздуха и конечный продукт.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Магнитный подшипник – Magnetic bearing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikichi.ru/wiki/Magnetic\\_bearing](https://ru.wikichi.ru/wiki/Magnetic_bearing).
2. Active magnetic bearings - chances and limitations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://web.archive.org/web/20090205181908/http://www.mcgs.ch/web-content/AMB-chances\\_and\\_limit.pdf](https://web.archive.org/web/20090205181908/http://www.mcgs.ch/web-content/AMB-chances_and_limit.pdf).

УДК 621.891

### **ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОПОДОБНОГО ПОКРЫТИЯ НА ХИРУРГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ**

*Мацкевич Э. П.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время большой научный и практический интерес представляют алмазоподобные пленки углерода благодаря таким свойствам как высокая твердость, низкий коэффициент трения, химическая инертность и биосовместимость [1].

Технология формирования алмазоподобного покрытия на хирургические скальпели из хирургической стали (У7А) включает в себя следующие этапы:

1. Предварительная подготовка детали;
2. Входной контроль;
3. Загрузка деталей;
4. Взаимодействие лазерного излучения с мишенью;
5. Динамика плазмы;
6. Нанесение материала на подложку;
7. Рост пленки на поверхности подложки;
8. Контрольная операция.

Перед загрузкой детали в вакуумную камеру, необходимо провести предварительную подготовку детали, так как на чистый металл, без каких-либо загрязнений, слой материала ложится равномерно, хорошо сцепляясь с поверхностью, и в дальнейшем не отслаивается. После обработки и проверки детали на наличие дефектов их закрепляют на подложкодержателе. Далее мы закрываем вакуумную камеру и откачиваем ее до рабочего давления  $P = 6 \cdot 10^{-4}$  Па. Потом происходит взаимодействие лазерного импульса с мишенью. Лазерный луч направлен к мишени под углом  $45^\circ$  и на расстоянии 150 мм (см. рисунок 1). Распыление мишени проводится с помощью твердотельного лазера на основе алюмоиттриевого граната с неодимом. Вращение мишени необходимо для равномерного ее распыления и образования плазмы испаренного материала.

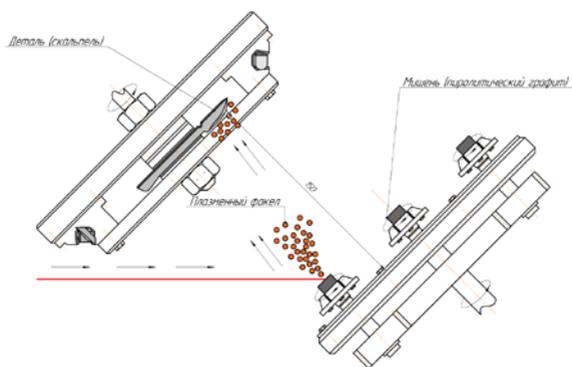


Рисунок 1 – Расположение подложки относительно мишени

Исследования [2] показали, что при указанных выше условиях синтеза качество покрытия улучшается, а именно средняя шероховатость по сравнению с поверхностью скальпеля без покрытия (110 нм), уменьшилась в два раза, и составила 60 нм. Толщина полученного покрытия составляет 200–250 нм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Покрытие вакуумным испарением металлов и ионным внедрением материала. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [freepatent.ru/patents/2527113](http://freepatent.ru/patents/2527113)

2. Пат. 2527113 Российская Федерация, МПК Н 04 М 14/12. Способ нанесения аморфного алмазоподобного покрытия на лезвияхирургических скальпелей / И. В. Белашов ; заявитель и патентообладатель ОмГТУ. – № 2013109457/02; заявл. 04.03.13; опубл. 27.08.14, Бюл. No 24.

УДК 621.891

### **ВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОПОДОБНОГО ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ**

*Мацкевич Э. П.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Для формирования алмазоподобного покрытия методом лазерной абляции была спроектирована вакуумная установка (см. рисунок 1) с рабочим давлением  $6 \times 10^{-4}$  Па.

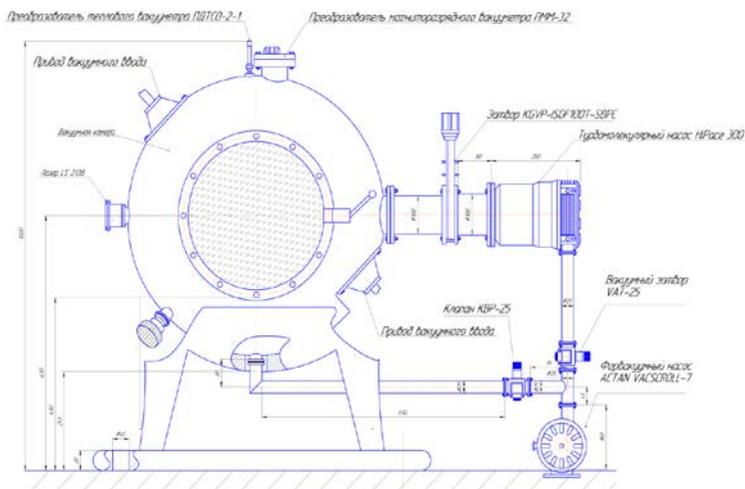


Рисунок 1 – Вакуумная установка

Сама вакуумная установка состоит из вакуумной камеры, высоковакуумного участка, форвакуумного участка, двух вакууметров (тепловой и магниторазрядный) и твердотельного лазера LS 2138.

В качестве формы вакуумной камеры выбираем сферическую, так как главным преимуществом является минимум сварных швов, и такая форма обладает гораздо большей устойчивостью по сравнению с цилиндрическими вакуумными камерами. Еще одна причина по которой выбор пал на сферическую вакуумную камеру это удобное расположение вакуумных вводов, а именно под углом  $45^\circ$ .

Высоковакуумный участок вакуумной системы состоит из турбомолекулярного насоса HiPace 300, двух трубопроводов и высоковакуумного затвора. Общая длина участка составляет 540 мм.

Форвакуумный участок вакуумной системы состоит из форвакуумного спирального насоса ACTAN VACSCROLL-7, двух коротких трубопроводов и затвора. Общая длина участка составляет 580 мм.

На рисунке 2 изображена принципиальная схема вакуумной установки.

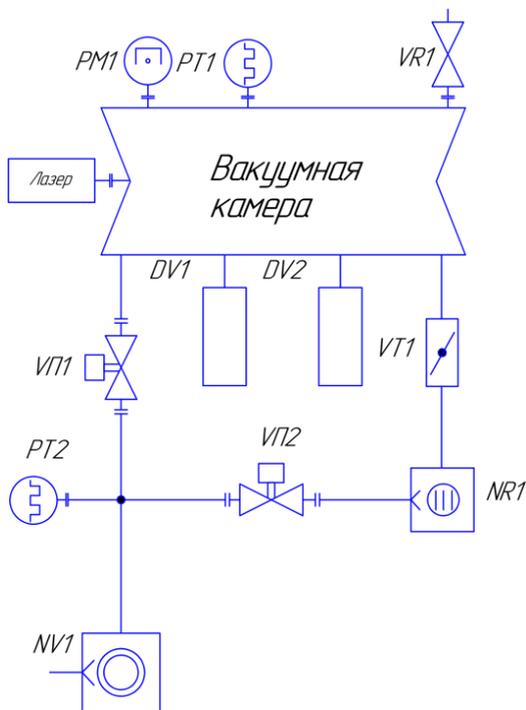


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки для лазерной абляции

Первоначально запускается вакуумный насос NV1 и открывается электромагнитный клапан VP1, происходит предварительная откачка вакуумной камеры. По вакууметру PT1, смотрят достижение давления предварительной откачки. Когда давление в камере достигает рабочего диапазона вакуумного насоса NR1, закрывают клапан VP1 и открывают VT2, для откачки вакуумного насоса NR1 до давления запуска. Когда давление достигнуто, открывают затвор VT1 и происходит откачка камеры до высокого давления, которое контролируется по вакууметру PM1.

УДК 62-51

## **ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИШЕНИ**

*Мацкевич Э. П.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Коэффициент использования материала (КИМ) мишени – это количество материала (объем или масса) в готовом изделии деленное на общее количество материала. КИМ отражает эффективность технологического процесса напыления материала. Среднее значение для коэффициента использования материала мишени составляет примерно от 12 до 25 % [1].

В статье [2] описан эксперимент по распылению мишеней из различных материалов методом магнетронного распыления. Рассмотрим распыление алюминиевых мишеней, так как данный материал представляет значительный интерес в машиностроительном производстве. Для процесса распыления использовалась мишень с габаритными размерами  $\text{Ø}39 \times 4,35$  мм. Напряжение разряда изменялось от 670 до 350 В. Общее время распыления составило 20 часов.

По результатам эксперимента был представлен график зависимости профиля эрозии алюминиевой мишени от времени распыления (см. рисунок 1) и при различных конфигурациях магнитного поля (см. рисунок 2).

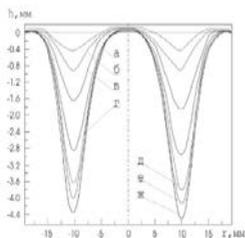


Рисунок 1 – Профили эрозии мишени при различном времени распыления: а – 2 ч, б – 4 ч, в – 8 ч, г – 12 ч, д – 16 ч, е – 18 ч, ж – 20 ч

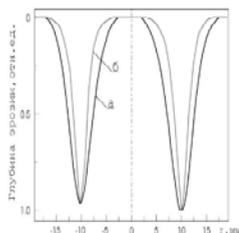


Рисунок 2 – Профили эрозии мишени при различной магнитной системе: а – несбалансированная МРС; б – сбалансированная МРС

Исходя из данных графиков можно сделать вывод, что профиль эрозии мишени при постоянном давлении будет зависеть только от конфигурации магнитного поля, а от материала мишени и времени распыления не зависит. Так при сбалансированной конфигурации магнитного поля формируется узкая зона распыления с максимумом эрозии. При несбалансированной магнитной системе зона распыления расширяется, и максимум эрозии становится менее выраженным. При этом КИМ увеличился более чем на 10 % по сравнению со средним значением и достиг 32 % [2]. Это достигается за счет устранения фокусирующего действия магнитного поля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов Н. В., Колесников А. Г., Крюков Ю. А., Смолянин Т. А. Прогнозирование зоны эрозии планарного магнетрона // НиКСС. 2020. № 1 (29).
2. Достанко, А. П. Увеличение коэффициента использования материала мишени при магнетронном распылении / А. П. Достанко, Д. А. Голосов, С. Н. Мельников, С. М. Завадский, М. В. Ермоленко, Д. Э. Окоджи // 11-я Международная

конференция «Взаимодействие излучений с твердым телом»,  
23–25 сентября 2015 г. – Минск, Беларусь, с. 398–400.

УДК 621.017

## УВЕЛИЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИШЕНИ ПУТЕМ СМЕЩЕНИЯ МАГНИТНЫХ КОНТУРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО МАГНЕТРОНА

*Мацкевич Э. П.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Авторы статьи [1] выяснили что наибольший КИМ достигается при использовании магнетронов с цилиндрическими мишенями и вращающимися вокруг них неподвижной магнитной системой (см. рисунок 1), что позволяет увеличить КИМ до 80 %.

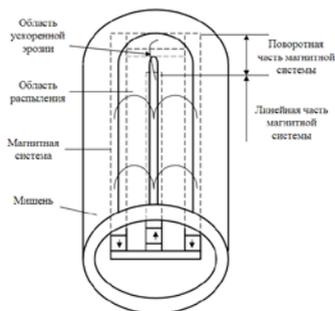


Рисунок 1 – Схема МРС с цилиндрическим катодом

Однако у этой системы есть недостаток в виде ускоренной эрозии на концах мишени. Авторы работы [2] предполагают, что это является следствием большей (в 2,5 раза) плотности

мощности, приходящейся на поворотную часть эрозионной канавки по сравнению с ее линейной частью.

Для того чтобы уменьшить в 2 раза плотность мощности в каждой точке зоны распыления, было предложено использовать магнитную систему, создающую не один, а два замкнутых контура силовых линий магнитного поля (см. рисунок 2).

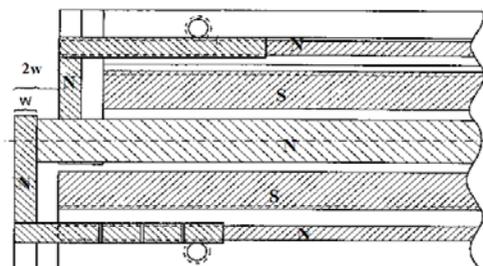


Рисунок 2 – Двухконтурная магнитная система цилиндрического магнетрона со смещенными в направлении продольной оси контурами

При такой конструкции плотность мощности, приходящейся на поворотные части эрозионных канавок будет лишь в 1,25 раза больше, чем на их линейные части. Магнетронное напыление при использовании данной конструкции магнитной системы позволяет получить КИМ не меньше 80 % [2]. Недостатком такой конструкции является увеличение внутреннего диаметра катода.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Magnetron sputtering on large scale substrates: an overview on state of the art / R. Kukla // Surface and Coatings Technology, V. 93, 1997, p. 1–6.
2. Apparatus and method for sputtering / S. V. Morgan, J. Vanderstraeten, E. Vanderstraeten, G. Gobin // United States Patent No 6, 264, 803, 2001.

УДК 681.7.022.5

## ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО ОСАЖДЕНИЯ

*Мелешкевич Р. П., Клименок М. Ю.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Суша Ю. И.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Метод вакуумно-дугового осаждения покрытий представляет собой зажигание сильноточного дугового разряда в вакууме для образования плазменных потоков с поверхности катода из распыляемого материала с последующей конденсацией вещества из них на поверхности подложки [1].

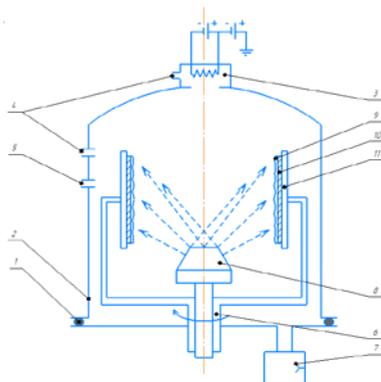


Рисунок 1 – Схема установки для вакуумно-дугового осаждения покрытий: 1 – уплотнение; 2 – колпак вакуумный; 3 – источник потока электронов с тлеющим катодом; 4 – патрубок подачи инертного газа; 5 – патрубок подачи активного газа; 6 – система вращения; 7 – вакуумный насос; 8 – катод; 9 – покрытие; 10 – подложка; 11 – подложкодержатель

Технологический процесс вакуумно-дугового осаждения включает в себя следующие этапы: зажигание дугового разряда низкого напряжения и высокой силы тока, образование

разрядом на поверхности катода очагов испарения (катодные пятна), эмиссия материала катода в сторону подложки и осаждение на ней [2].

Основная особенность данного метода нанесения покрытия – высокая температура в перемещающихся катодных пятнах (~6000 °С), что обеспечивает высокоскоростное испарения материала с его последующей ионизацией и распространением в объеме камеры плазменных потоков [3].

Метод имеет следующие преимущества: высокая адгезионная прочность наносимых покрытий, низкая пористость, возможность распыления тугоплавких металлов и сложных (до 5 элементов) сплавов, высокая скорость нанесения покрытия.

Главной проблемой при реализации данного метода является образование капельной фазы, нарушающей структуру покрытия и снижающей его однородность, что требует применения сепараторов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуумно-дуговое нанесение покрытий. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое\\_нанесение\\_покрытий](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое_нанесение_покрытий).

2. Износостойкое ионно-плазменное покрытие [Электронный ресурс]. URL: [strata.su/pro-tehnologii/ionno-plazmennoe-pokrytie.html](http://strata.su/pro-tehnologii/ionno-plazmennoe-pokrytie.html).

3. Нанесение покрытий [Электронный ресурс]. URL: <https://present5.com/nanesenie-pokrytij-metally-vypolnili-studenty-b-1-elet/>.

УДК 62-522.7

## АЭРОТЕНК ДЛЯ БЛОКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

*Мещеряков М. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Суша Ю. И.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Очистные сооружения можно разделить на 3 метода очистки жидкостей: механический, химический и биологический. Биологический метод очистки сточных жидкостей является основным. Он предусматривает расщепление органической составляющей сточных вод микроорганизмами, бактериями до простых веществ.

В блоке полной биологической очистки применяются аэротенки. Аэротенк – резервуар, задача которого состоит в биохимической очистке сточных вод. В аэротенке происходит насыщение промышленных стоков кислородом и приведение в взвешанное состояние.

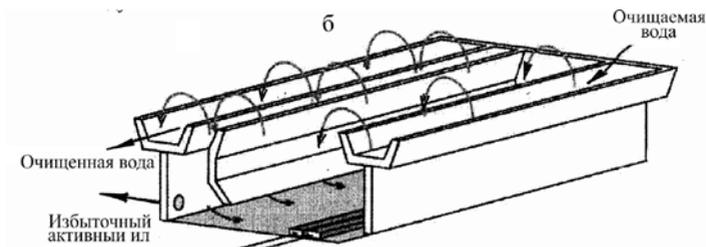


Рисунок 1 – Схема работы трехкоридорного аэротенка

Принцип работы трехкоридорного аэротенка заключается в следующем (см. рисунок 1).

Сточные воды поступают в падающий лоток и через открытые заслонки стекают в первый коридор аэротенка. В фильтрусные каналы подается воздух, который попадает в

фильтр, где делится на мельчайшие пузырьки. Эти пузырьки за счет разницы плотностей воздуха и воды поднимаются, окисляя и перемешивая жидкость с илом. Активный ил представляет собой биоценоз микроорганизмов, минерализаторов, способных окислять в присутствии кислорода воздуха органические вещества сточной жидкости. Хороший активный ил имеет компактные хлопья средней крупности. Частично очищенная вода через проем в перегородке попадает во второй коридор аэротенка, где происходит аналогичный процесс. Отбор стоков осуществляется с верхней части второго коридора через переливную стенку в сборный лоток. Стенка задерживает вынос основного количества биомассы. Собранная смесь из сборного лотка, по трубе, унося с собой около 25 % биомассы, стекает в отстойник на разделение. Пополнение аэротенка активным илом осуществляется из отстойника осевшим в нем илом. Ил поступает по лотку через задвижку в первый коридор емкости аэротенка.

Для обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов не нужна высокая концентрация кислорода. Но активный ил не переносит залежей и отложений. При застое он начинает гнить и погибает от собственных метаболитов. Чтобы избежать данной проблемы, нужно принять содержание растворимого кислорода в аэротенке не менее  $1,0-2,0 \text{ мг/дм}^3$  в любом месте аэротенка, рассчитывая при интенсивной перемешке иловой смеси.

Таким образом, аэротенк является совершенной системой фильтрации стоков, с помощью которого ускоряется окисление загрязненных веществ.

УДК 62-522.7

## **БЛОК БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

*Мещеряков М. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Суша Ю. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Очистные сооружения – это система, состоящая из технологического оборудования, целью которых является достижение на выпуске качества воды, соответствующему требованиям действующих норм рыбохозяйственных нормативов по основным показателям.

Данный метод очистки сточных жидкостей является основным. Он предусматривает расщепление органической составляющей сточных вод микроорганизмами, бактериями до простых веществ – воды, углекислого газа, метана, сероводорода.

Виды микроорганизмов:

*А) Аэробные* – это микроорганизмы, использующие для очистки жидкости кислород. Перед тем как вода попадет в аэротенк, его нужно обогатить кислородом для поддержания жизнедеятельности бактерий. 50 % органики на аэробной стадии очистки окисляется с помощью кислорода с образованием углекислого газа и энергии, другие 50 % удаляются с помощью микроорганизмов с образованием биомассы. Микроорганизмы потребляют органику, размножаются, развиваются. Вода становится чище, но количество микроорганизмов с каждым разом становится больше. И для того чтобы система находилась в сбалансированном виде, поддерживается определенная концентрация так называемая активного ила. И постепенно в рамках определенного периода времени происходит удаление в этой избыточной биомассы.

*Б) Анаэробные* – это такие микроорганизмы, которые не используют кислород для очистки воды.

Основные этапы биологической очистки:

1) Осветленная вода поступает в аэротенки, оснащенные оборудованием, которое нагнетает воздух. Колонии микроорганизмов, которые живут внутри аэротенка на хлопьях ила, очищают от азотных и фосфорных загрязнений. Чтобы ускорить процесс в резервуары из воздуходувной станции подается воздух, который насыщает воду кислородом, создавая бурлящую смесь. За счет этого процесс очистки ускоряется. Внутри резервуара смонтированы металлические скребки, которые собирают осевшие на дно ил. Часть повторно возвращается в аэротенки, часть отправляют на переработку.

2) Далее чистая вода попадает в отстойники. В них происходит осаживание активного ила с его последующим частичным возвращением.

3) Следующий этап – ершевые смесители, задача которых насытить воду кислородом, чтобы она очищалась дальше.

4) Окончательный этап обеззараживания жидкостей, которая в дальнейшем будет направлена в водоемы, предполагает применение установки ультрафиолетового облучения. Его основное преимущество в том, что в воду не вводятся никакие реагенты. Параметры излучения можно подобрать таким образом, что будет гарантия почти полной стерилизации воды.

Таким образом, благодаря биологическому методу очистки сточной воды, ее можно использовать повторно в различных технических целях предприятия.

УДК 621.671.22

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ В РАСХОДОМЕРНЫХ УСТАНОВКАХ

*Мисуно А. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Центробежный насос в расходомерных установках предназначен для осуществления циркуляции воды в системе с определенной величиной подачи. Устройство центробежного насоса показано на рисунке 1.

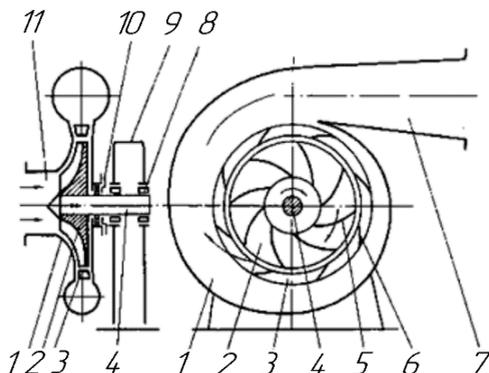


Рисунок 1 – Устройство центробежного насоса:

- 1 – рабочая емкость; 2 – рабочее колесо; 3 – направляющий аппарат;
- 4 – вал; 5 – лопатка рабочего колеса; 6 – лопатка направляющего аппарата;
- 7 – нагнетательный патрубок; 8 – подшипник; 9 – корпус насоса;
- 10 – сальник; 11 – всасывающий патрубок

Работа центробежного насоса осуществляется следующим образом. При вращении рабочего колеса 2, под действием вала 4, в рабочей емкости 1 лопатки рабочего колеса 5 и лопатки направляющего аппарата 6 воздействуют на жидкость, проходящую через направляющий аппарат 3, в результате действия

центробежной силы вода перемещается от центра рабочего колеса 2 к нагнетательному патрубку 7. В центральной части колеса создается разрежение и туда поступает жидкость из всасывающего патрубка 11. Для предотвращения утечек воды из корпуса насоса 9 используется сальник 10. Подшипник 8 обеспечивает вращения вала 4 [1].

Использование данного типа насоса обусловлено рядом его преимуществ, среди которых: высокая производительность при плавной и непрерывной подаче жидкости без помощи воздушных колпаков, а также невысокая чувствительность к загрязнениям перекачиваемых жидкостей; простота пуска, регулирования, ремонта и обслуживания.

Существенным недостатком центробежных насосов является низкий коэффициент полезного действия при малой производительности (ниже 0,25–0,30 м<sup>3</sup>/с) вследствие сужения проточных каналов и, как следствие, роста гидравлического сопротивления. Этот недостаток усугубляется в случаях, когда наряду с низкой производительностью требуется создать высокий напор. Если добиваться низкой подачи уменьшением числа оборотов, то для одновременного достижения высокого напора придется прибегать к увеличению числа ступеней, что вызовет усложнение насоса при одновременном падении его коэффициента полезного действия [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Спасский К. Н., Шаумян В. В. Новые насосы для малых подач и высоких напоров. М., «Машиностроение», 1972, 160 с.
2. Шлипченко, З. С. Насосы, компрессоры и вентиляторы. «Техника», 1976, 368 с.

УДК 621.382

## МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВАЯ ЭПИТАКСИЯ

*Нехвядович М. Е.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Орлова Е. П.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Молекулярно-лучевая эпитаксия (МВЕ) – это эпитаксиальный процесс, при котором рост материалов происходит в сверхвысоком вакууме на нагретой кристаллической подложке. Этот метод один из самых прогрессивных и контролируемых технологий роста материалов в сверхвысоковакуумной среде, которая обеспечивает высокую чистоту, но в то же время является одним из наиболее технически сложных и требовательных, так как рост МВЕ происходит в условиях сверхвысокого вакуума.

Образец состоит из подложки, на которую наносится материал, который необходимо вырастить, с включенной системой нагревателя и системой вращения подложки. Системы нагревателей обычно имеют одну из двух форм: резистивный нагрев от нити из тугоплавкого металла или нагрев электронным лучом (см. рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Схема напыления на подложку

Прямо под подложкой находятся эффузионные ячейки, которые имеют закрывающие их жалюзи, позволяющие контролировать осаждаемые атомные частицы. Эффузионные ячейки состоят из тигля, в котором находится исходный материал. Тигель обычно изготовлен из пиролитического нитрида бора и источника нагрева. Нагрев обычно выполняется одним из двух методов: либо омическим нагревом от нити накала, намотанной вокруг тигля, либо нагревом электронным лучом. При нагреве электронным пучком электроны ускоряются к исходному материалу через потенциал в несколько кВ и выделяют десятки ватт мощности при этом вызывая нагрев в исходном материале. Обычно, тип требуемого нагрева определяется температурой плавления материалов.

Преимущества данной технологии: получение наноструктур высокой частоты; однородность; небольшое количество дефектов.

Недостатки: материалы и оборудования имеют высокую цену; относительно небольшая скорость роста; сложно поддерживать высокий вакуум.

Подводя итоги, мы можем отметить, что молекулярно-лучевая эпитаксия является технологически сложным методом получения покрытий и так же является наиболее точной технологией получения качественных наноструктур.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Главная платформа рецензируемой литературы Elsevier [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/molecular-beam-epitaxy> – Дата доступа: 29.10.2021.

УДК 621.521

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ ДЛЯ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ**

*Новохрост С. А., Калюта И. В.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

На любом деревообрабатывающем предприятии имеется множество древесных отходов – это опилки, щепка, стружка и т. д., все это можно перевести в тепловую энергию с помощью котельных установок. Котлы на древесных отходах способны отапливать жилые и производственные помещения любых размеров, а также обеспечивать тепловым агентом сушильные установки. Проектируемая вакуумная сушилка также может подключаться к водогрейному котлу на твердом топливе, что существенно экономит энергозатраты.

Циркуляцию горячей воды в нагревательных элементах обеспечивает водяная помпа.

Для интенсификации процесса испарения влаги из древесины в процессе сушки на производстве используется нагрев изделий. Автор данной работы предлагает укладывать деревянный брус или доски, которые будут подвергнуты вакуумной сушке, между двумя нагревательными пластинами (см. рисунок 1). При этом во время сушки обеспечивается подвод тепла непосредственно к обоим поверхностям. Следует отметить, что удаление влаги, как на стадии вакуумирования, так и на стадии сушки будем производить через перфорированные отверстия нагревательных пластин, что благоприятно скажется на равномерности процесса сушки по всему объему материала.

Каждая нагревательная пластина подключена бронированными резиновыми шлангами к коллекторам, которые в свою

очередь соединяются при помощи быстроразъемных клапанов с нагревательной системой (источнику тепла). Терморегуляция осуществляется горячей водой (или холодной в фазе кондиционирования), циркулирующей в пластинах благодаря водяному насосу.

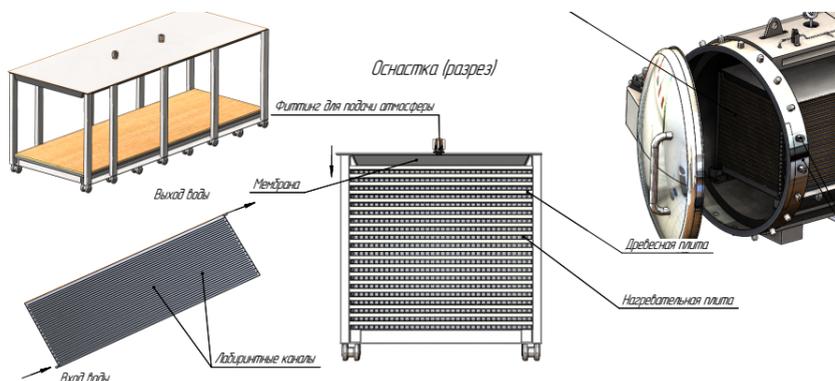


Рисунок 1 – Спроектированная оснастка

Также в спроектированной оснастке предусмотрено повышение равномерности нагрева материала древесины по всему объему за счет дополнительного прижатия нагревательных пластин с высушиваемой доской или брусом. Это также увеличивает скорость прогрева всего материала.

При воздействии температуры, а также неправильно выбранном режиме сушки, пиломатериал имеет свойство деформироваться, в результате чего происходит нарушения геометрии материала и снижение его качества. Таким образом, во избежание этих недостатков в некоторых камерах сушка древесины происходит в вакууме под давлением.

В проектируемой сушилке сверху камеры также имеется металлическая рамка с эластичным резиновым покрытием, работающая как пресс при вакуумировании. При таком методе сушки древесина не деформируется, а наоборот выравнивается, что повышает ее качество.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИОННОГО АЗОТИРОВАНИЯ

Опиок А. А.

Научный руководитель: к. ф-м. н., доцент Босяков М. Н.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

Процесс ионного азотирования требует создания специального оборудования для его осуществления. В нашем случае установка для ионного азотирования состоит из следующих основных частей; вакуумной камеры, токовводов, термопарных вводов, систем энергопитания, вакуумирования, газообеспечения, устройств дугогашения и стабилизации тлеющего разряда, контрольно-измерительной аппаратуры, системы управления.

Для повышения производительности процесса ионного азотирования в настоящее время применяются различные конструкционные решения. Одним из них является введение дополнительных электронагревателей как внутри газоразрядной камеры, так и за ее пределами.

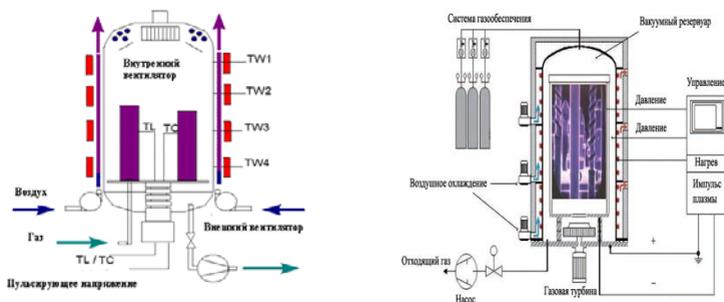


Рисунок 1 – Схематическое изображение установок ионного азотирования с горячими стенками фирм Eltro (а) и PlaTeg (б)

Это оборудование производится немецкими фирмами Eltro, PlaTeg (см. рисунок 1 а, б), австрийской фирмой Rübиг. В по-

следнее время такое же оборудование предлагают болгарская фирма Ионитех и ФТИ НАН Беларуси.

В установках с горячими стенками (см. рисунок 1) нагрев садки деталей комбинированный – частично излучением от стенок, а частично тлеющим разрядом. Цикл разогрева садки в таких установках начинается с вакуумирования камеры и разогрева стенки камеры. Детали нагреваются от стенки до некоторой температуры, а далее, при достижении в камере определенного вакуума, зажигается разряд и происходит комбинированный нагрев. Обязательным элементом камеры с горячими стенками является наличие внутри центробежного вентилятора.



Рисунок 2 – Ярусная загрузка деталей в камере с горячими стенками

Считается, что в камерах с горячими стенками, имеющими несколько секций нагрева в одной садке возможна обработка деталей разной массы и геометрии, которые, к тому же, могут иметь различную температуру. Если отток тепла к стенке уменьшить, то за счет разряда, температуру деталей, находящихся в камере напротив стенки с заданной некоторой температурой можно изменять – повысить. Такая загрузка показана на рисунке 2.

В любом случае выбор конструкции камеры всецело зависит от объема загрузки и массивности отдельных деталей, из которых будет состоять садка.

УДК 621.793.1

## **ВАКУУМНАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Пантеенко В. Е.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуумная металлизация – это процесс нанесения металлического покрытия на металлическую или неметаллическую поверхность путем испарения.

Вакуумная металлизация текстильных материалов в настоящее время используется для повышения качественных и эксплуатационных характеристик ткани в разных сферах. Например, при нанесении алюминия на ткани способом вакуумной металлизации, можно получить теплоотражающие свойства, то есть возможно тонкую ткань использовать для изготовления спецодежды пожарной бригады.

При нанесении тонкой пленки серебра на ткань, ей придаются бактерицидные свойства, которые эффективно используются в медицине при перевязке кровоточащих и ожоговых ран, при этом наблюдается ускоряющий эффект заживления.

Металлические покрытия на текстильные материалы наносят различными методами [1]: газофазным, электродуговым, методом магнетронного распыления и т. д.

В патенте [2] сказано, что химическую газофазную металлизацию осуществляют при полной принудительной прокачке паров карбонила металла через исходный тканый или нетканый материал в неглубоком вакууме. Данный способ может быть использован для изготовления защитной одежды от магнитного излучения и статического электричества.

В автореферате [3] указано, что одним из альтернативных, экологически чистых методов получения металлизированных

текстильных материалов является электродуговая металлизация. Одной из причин, ограничивающих широкое применение электродуговой металлизации для получения металлизированных тканей, является неравномерность плотности потока частиц в металло-воздушном потоке, что в некоторых случаях приводит к неравномерному распределению частиц на поверхности тканей.

В работе [4] предлагается для металлизации тканей использовать формирование покрытий методом магнетронного распыления. При этом, можно получить тонкие пленки меди, алюминия, титана, латуни, серебра, нержавеющей стали, бронзы и других металлов, и их сплавов, а также соединения некоторых металлов с кислородом или азотом. Например, можно наносить на поверхность тканей нитрид титана, получая ткань, окрашенную «под золото» или ткани с перламутровым эффектом.

Магнетронный метод напыления является весьма экономичным и наиболее актуальным в нынешнее время, так как при определенных параметрах обработки возможно нанесение сверхмалых количеств металлов. Это важно при напылении дорогостоящих металлов и сплавов, например, серебра, небольшое количество которого, как известно, может придавать материалам бактерицидные свойства, что сегодня является актуальным в условиях борьбы с коронавирусом инфекцией.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Метализированные текстильные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metallizirovannye-tekstilnye-materialy-dlya-izgotovleniya-meditsinskoy-odezhdy-s-vysokimi-elektrostaticheskimi-svoystvami> – Дата доступа: 29.09.2021.

2. Химическая газофазная металлизация тканей и нетканых материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/217/2171858.html>. – Дата доступа: 25.09.2021.

3. Техносфера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/obosnovanie-tehnologicheskikh-parametrov-polucheniya-tkaney-s-metallizirovannym-pokrytiem>. – Дата доступа: 29.10.2021.

4. Гаппаров, Х. Г. Виды и способы металлизации текстильных материалов для пошива специальной одежды / Х. Г. Гаппаров, Я. Я. Хомидов, Г. К. Файзиева. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 11 (115). – С. 310–313.

УДК 621.793.02

## **ПРОБЛЕМЫ ТЭНОВОГО НАГРЕВА ПОДЛОЖЕК В ВАКУУМНЫХ УСТАНОВКАХ**

*Петров С. В.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В большинстве вакуумного оборудования, которое используется для нанесения покрытий различного функционального назначения, используется дополнительный нагрев изделий. Это позволяет активизировать процесс внутрикамерной подготовки изделий (очистка подложек от паров воды, тонкодисперсных аэрозолей) и процесс формирования покрытия (повышается адгезия покрытия с основой).

Для реализации процесса нагрева в вакуумных установках отечественного производителя используются трубчатые электронагреватели (ТЭН). Из-за маленькой стоимости и простой конструкции данные нагреватели находят широкое применение в большинстве вакуумных установок. Однако им присущи такие недостатки как: неравномерный нагрев керамических трубок, а при проведении процесса внутрикамерной подготовки изделий и

формировании покрытий необходимо затрачивать время на их разогрев, а также во время напыления необходимо рассчитать момент выключения ТЭНов, чтобы изделия не перегрелись.

Для решения проблемы неравномерного нагрева керамической трубки можно делать прямоугольные отверстия в теплоотражающем экране (см. рисунок 2) с целью повышения теплоотдачи в некоторых местах.

На рисунке 1а изображена керамическая трубка (1), расположенная на теплоотражательной панели (2), которая состоит из теплоотражательного экрана и двух металлических пластин.

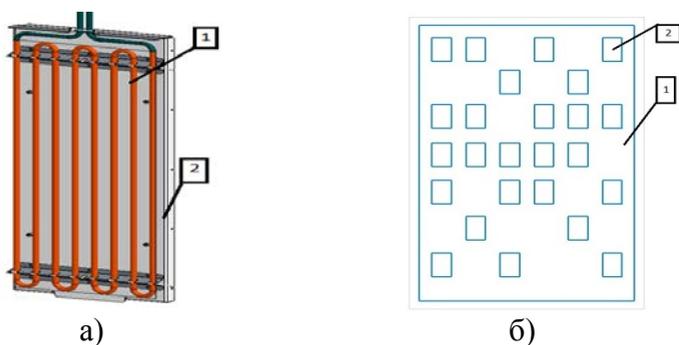


Рисунок 1 – ТЭНовый нагреватель (а) и теплоотражающий экран (б)

На рисунке 1б изображен теплоотражающий экран (1) с отверстиями (2). Перед вырезанием отверстий необходимо произвести расчеты с целью определения их местоположения. Таким образом, мы выравняем нагрев керамической трубки, а соответственно и изделий.

Проблему затраты времени на разогрев керамических трубок для начала процесса внутрикамерной подготовки изделий и формированию покрытий решить довольно непросто. В связи с этим систему ТЭНового нагрева можно заменить на инфракрасный нагрев (ИК). Система ИК нагрева состоит из ламп и отражательной панели. При включении ламп инфракрасные лучи сразу попадают на изделия и нагревают их.

УДК 666.11

## СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРИПЛЕКСА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

*Печковский В. М.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Триплексы получили свое название в связи с тем, что в их структуру входит полимерная пленка, окруженная двумя стеклами, пленка в свою очередь интегрируется в структуру стекла благодаря прессовке при высокой температуре (см. рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Схема стекла триплекс

Такое стекло нашло применение в проектировании лестниц, сверхпрочных стеклянных конструкций и полов. Главный минус такой технологии – высокий вес. В гражданской промышленности триплекс применяют для перегородок в офисах, окон, лестниц и душевых кабин, однако главная сфера применения триплекса – военная промышленность. Благодаря данной технологии можно изготовить устойчивые стекла для подвижной техники. Еще одна сфера применения триплекса – пуленепробиваемые стекла, которые необходимы для безопасности высокопоставленных лиц.

На предприятии «ОАО «Гомельстекло» стекла триплекс производятся по автоклавной технологии. Качество и процент брака изготавливаемой продукции зависит от равномерности нагрева и охлаждения соединяемых пакетов, а также продолжительности данных этапов. Для прессовки стекл используют автоклавную установку.

Автоклавная технология позволяет под воздействием высокой температуры и давления спресовывать два или более стекла с пленкой. Данная технология имеет множество недостатков: неэкологичность, неэкономичность, небезопасность и высокий процент брака. В связи с этим предлагается получать стекла-триплекс с помощью технологии вакуумного ламинирования, которая имеет ряд преимуществ: бережное отношение к экологии, позволяет получать более качественный и крепкий триплекс, повышенная безопасность и экономичность производства.

Для изготовления триплекса в вакуумно-мембранном прессе необходимо очистить и подготовить материал, после чего погрузить в рабочую зону нижнюю часть триплекса, затем загрузить часть полимерной пленки и второе стекло. Во время техпроцесса камера закрывается, обеспечивая герметичность рабочей зоны, после этого под высоким вакуумом ( $1 \cdot 10^{-5}$  Па) происходит сжатие листов стекла и получение наиболее плотного прилегания пленки к поверхности, затем рабочую зону прогревают до 140 °С в конвекционной камере, при этой температуре готовое изделие выдерживают в камере некоторое количество времени, необходимое в зависимости от размера заготовки. Благодаря созданию вакуума в пакете, с поверхности соприкосновения стекла и пленки удаляются частицы воздуха и влаги, что позволяет получать более качественный триплекс.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Триплекс [Электронный ресурс]. Clemar engineering / Режим доступа: <https://clemar.ru/stati/tripleks/>.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНЕТАРНОЙ ОСНАСТКИ

*Погадаев В. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Используя схему, представленную в патенте [1], проведем проектирование узла по принципу «сверху вниз» – на первоначальном этапе определимся с габаритами и общим принципом работы, затем проведем подробную проработку узлов для обеспечения работы оснастки. Руководствуясь пособием [2] и используя рекомендации по оптимальным конструкциям и конструктивным приемам в разработке планетарных механизмов, спроектируем конструкцию планетарной технологической оснастки с движущимися по направляющему колесу незубчатыми роликами, с одновременным вращением вокруг своей оси (см. рисунок 1).

Планетарная оснастка состоит из поводкового вала (1), которому через муфту и вакуумный ввод передается вращение от электродвигателя; подложкодержателя (2), который колесами установлен в направляющую опору (4); заслонки (3), смонтированной на вал (5) с ответной поводковой частью.

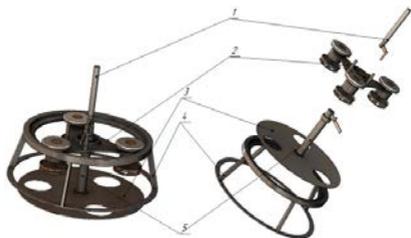


Рисунок 1 – Общий и разнесенный вид планетарной технологической оснастки: 1 – поводковый вал; 2 – подложкодержатель; 3 – заслонка; 4 – направляющая опора; 5 – вал заслонки

На рисунке 2 показана конструкция подложкодержателя.

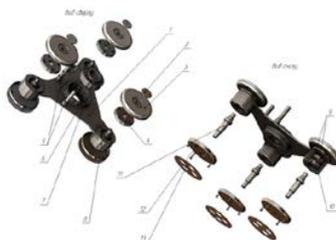


Рисунок 2 – Подложкодержатель: 1 – корпус; 2 – прижимная шайба; 3 – ролик; 4 – крышка стакана; 5 – ограничители; 6 – стакан; 7 – подшипник; 8 – стакан; 9 – подшипники; 10 – втулка; 11 – вал; 12 – держатель; 13 – подложкодержатель

На корпусе подложкодержателя (1), выполненного в форме треугольника, в центре имеется стакан (6) центрального подшипника (7) главного вала. По краям подложкодержателя расположены стаканы (8) подшипниковых узлов планетарных роликов (3). В каждый из трех стаканов (8) вставлен вал (11), на который и надет ролик, закрепленный прижимной шайбой (2). В стакане устанавливают два подшипника (9) и втулку (10), поджимая их крышкой стакана (4). К нижнему концу валов (11) крепятся круглые держатели (13) с отбортовкой для жесткости. На них в свою очередь закреплены подложкодержатели (13) для закрепления на них напыляемых изделий (например, стекло).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для нанесения покрытий на подложки в вакууме: полез. модель 2 634 833 / В. К. Гусев, И. Е. Кожин, А. Н. Афонина, А. А. Батраков. – Оpubл. 03.11.2017.

2. Ткаченко, Г. И. Планетарные механизмы. Оптимальное проектирование / Г. И. Ткаченко. – Харьков: Харьковский авиационный институт, 2003. – 446 с.

УДК 539.23

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЗЛА ПОВОРОТА ПЛАНЕТАРНОЙ ОСНАСТКИ

*Погадаев В. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

При нанесении покрытий есть необходимость в периодическом перекрытии потока формируемого покрытия от поверхности изделий. В большинстве случаев для этого используются всевозможные заслонки. Мы в своей оснастке также будем использовать заслонку специальной формы (см. рисунок 2). При этом обеспечивать вращение заслонки будет спроектированный поводковый вал (см. рисунок 1).

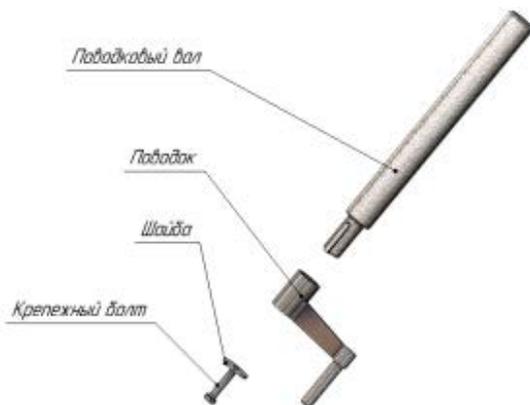


Рисунок 1 – Поводковый вал

Поводковый вал состоит, собственно, из вала, на конце которого имеется сужение со шпонкой, на которую одевают поводок. Затем поводок закрепляют с помощью шайбы и болта, ввинчиваемого в резьбовое отверстие на торце вала.

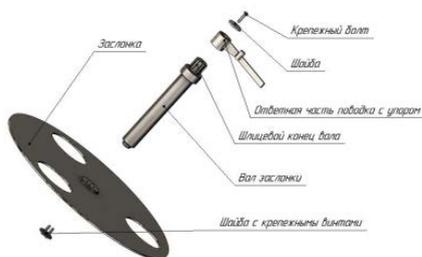


Рисунок 2 – Заслонка с валом

Заслонка устанавливается на вал и закрепляется шайбой с винтами, ввинчиваемыми в отверстия в торце вала.

С другой стороны вала имеются шлицы, на которые одевается ответная часть поводка с упором и закрепляется шайбой с крепежным болтом. Упор служит для поворота оснастки.

На рисунке 3 показана направляющая опора в разрезе. Сверху расположен направляющий желоб для вращения подложек.

Опора с кольцевой выемкой крепится внутри вакуумной камеры на фланце. В саму канавку устанавливают колеса планетарной оснастки.



Рисунок 3 – Направляющая опора

Угол в сечении кольцевой выемки подобран таким образом, чтобы площадь контакта ролика с канавкой, направляющей была минимальна во избежание защемления.

УДК 539.23

## МОНТАЖ СПРОЕКТИРОВАННОЙ ОСНАСТКИ В ВАКУУМНУЮ КАМЕРУ

*Погадаев В. А.*

*Научный руководитель: канд. тех. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Для монтажа разработанной технологической оснастки будет использоваться спроектированная ранее вакуумная камера в виде колпака (см. рисунок 1).

На верхней крышке камеры монтируется вакуумный ввод (2), приводящий во вращение планетарную оснастку (3). Рассмотрим каждый из элементов более подробно.

Конструктивные элементы вакуумного ввода показаны на рисунке 2. На кронштейне (1), который смонтирован на крышке вакуумной камеры, установлен электродвигатель (3), который через муфту (5) передает вращение на вал оснастки. Вал уплотняет вакуумный ввод (2) с кольцами магнитожидкостного уплотнения (4).

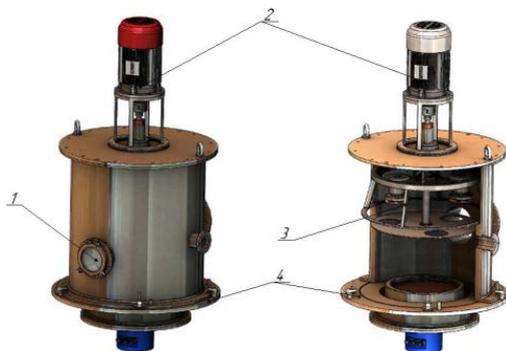


Рисунок 1 – Основные элементы вакуумной камеры:

1 – смотровая система с обечайкой; 2 – вакуумный ввод;  
3 – планетарная технологическая оснастка; 4 – опорное днище камеры

На рисунке 3 показана последовательность монтажа вакуумной камеры со встроенной оснасткой.

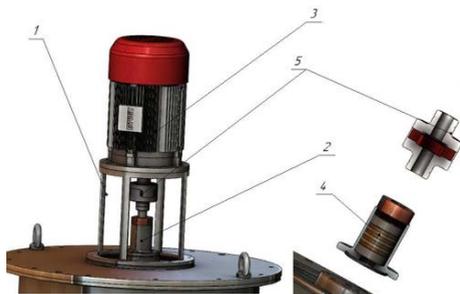


Рисунок 2 – Элементы вакуумного ввода: 1 – кронштейн; 2 – вакуумный ввод; 3 – электродвигатель; 4 – кольца уплотнения; 5 – муфта упругая



Рисунок 3 – Монтаж составных элементов вакуумной камеры:  
1 – электродвигатель; 2 – кронштейн; 3 – рельефный фланец;  
4 – рым-болты; 5 – крышка; 6, 7 – уплотнения; 8 – днище;  
9 – уплотнение магнетрона; 10 – магнетрон; 11 – кожух

Вакуумная камера устанавливается на днище (8) и уплотняется кольцом (7). Затем с нижней стороны днища к фланцу через уплотнение (9) присоединяется круглый магнетрон на фланце (10), и кожухом (11) закрываются патрубки подачи

газа и охлаждения. Верхняя часть камеры закрывается через уплотнение (6) крышкой (5), в которую ввинчиваются рым-болты (4) для подъема вакуумной камеры.

Затем к крышке на выпуклый кольцевой фланец (3) крепится кронштейн (2) с закрепленным на его верхней площадке электродвигателем (1). Камера готова к работе.

В результате конструирования разработана вакуумная камера с закрепленной в ней технологической оснасткой, которая может использоваться в составе лабораторной вакуумной установки.

УДК 539.23

## **ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПЛАНЕТАРНОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ**

*Погадаев В. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

На рисунке 1 показана вакуумная камера с установленной оснасткой.

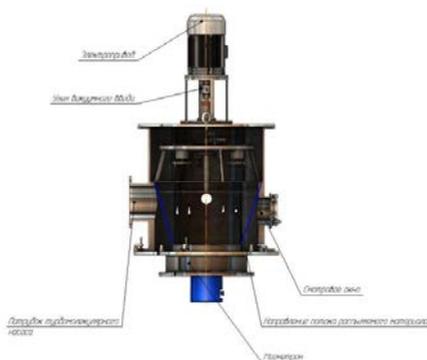


Рисунок 1 – Схема работы установки

Откачав с помощью форвакуумного и турбомолекулярного насосов до необходимого давления вакуумную камеру, начинается магнетронное распыление мишени. При этом в действие вступает разработанная планетарная оснастка, принцип работы которой показан на рисунке 2.

Принцип работы оснастки следующий. Изображение № 1. Включают реверсивный электропривод и через вакуумный ввод, поводковый зацеп и поводок передают вращение на центральный вал заслонки.

Поводок движется к стопору № 1, закрывает заслонку и начинает вращать платформу с роликами. Ролики обкатываются по кольцевой направляющей. Подложкодержатели находятся на одной оси с роликами и совершают планетарное движение при закрытой заслонке [1].

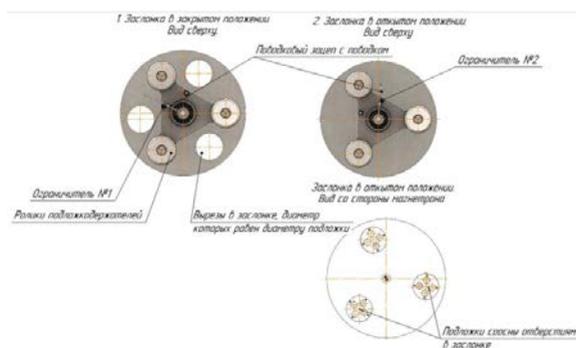


Рисунок 2 – Принцип работы планетарной оснастки

Изображение № 2. В таком положении включается магнетрон и происходит распыление мишени с кольцевой зоной эрозии. После распыления мишени в течение времени, достаточного для ее обезгаживания, включается обратное вращение реверсивного электропривода. При этом поводок движется к стопору 2, открывая заслонку, и упираясь в стопор 2, начинает вращать платформу с подложкодержателями в обратную сто-

рону. Происходит напыление пленки на подложку при ее планетарном вращении. По окончании процесса напыления осуществляют реверс и процесс повторяется. После закрытия за- слонки выключают вращение и магнетрон [1].

Таким образом, в ходе ряда статей была разработана техно- логическая оснастка с планетарным незубчатыми роликами, принципом своей работы увеличивающая равномерность по- лучаемого магнетронным распыление покрытия, за счет под- готовительных операцию, позволяющих предварительно вы- ходить магнетрону на рабочий режим, и только затем напы- лять покрытие непосредственно на изделия. При этом все задачи, поставленные в начале проектирования, решены.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2634833 Российская Федерация, МПК Н 04 С23 14/35. Устройство для нанесения покрытий на подложки в ва- кууме / Гусев В. К. заявитель \ Нижний Новгород. – № 2016147826; заявл. 06.12.16; опубл. 03.11.17.

УДК 66.078.9

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ КЛАПАНА ФИШЕРА**

*Подберёзко П. М.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Суша Ю. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Устройство и принцип действия клапана Фишера такой же, как у большинства односедельных регулирующих клапанов, который изображен на рисунке 1.

Принцип действия заключается в следующем: при воздействии усилия от привода с помощью штока передается на за- твор, состоящий из плунжера и седла. Плунжер перекрывает

часть проходного сечения, что приводит к уменьшению расхода этилена через клапан.

В процессе полимеризации этилена имеет место быть недозагруженность технологических потоков при высоких нагрузках реактора, это выражается в повышенной степени открытия клапана Фишера и узком температурном режиме в реакторе, что приводит к уменьшению конверсии технологического процесса.

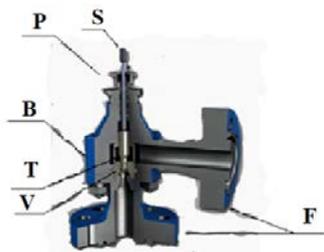


Рисунок 1 – Устройство регулирующего клапана:

В – корпус арматуры; F – фланцы; P – узел уплотнения;  
S – шток арматуры; T – регулирующая игла; V – седло арматуры

При работе на начальном этапе диаметр отверстия в седле клапана Фишера составляет 6,35 мм. Изучив документацию и письма рекомендации фирмы производителя выяснилось, что конструкция данной модели клапана имеет размер корпуса 2 дюйма и позволяет увеличить размер отверстия седла клапана до 5–8 дюйма (примерно 16 мм), без влияния на безопасность технологического процесса. Увеличение отверстия в седле клапана Фишера позволит пропускать большее количество реакционной смеси, уменьшить степень открытия клапана, повысить конверсию технологического процесса (за счет уменьшения температуры на входе в реактор и увеличения температуры в нижней зоне реактора).

При увеличении диаметра отверстия седла клапана Фишера до 7 мм, появляется возможность нагрузить поток прибли-

тельно на 10 %. Дальнейшее увеличение диаметра отверстия не имеет смысла в связи с достижением предельной нагрузки на пневмотранспорт (транспортировка из цеха 102 в цех 103 полиэтилена-сжатым воздухом).

После увеличения диаметра можно изменить температурный режим в реакторе, увеличив конверсию до 8,1 %, что значительно увеличит производительность полиэтилена.

Данный вид модернизации клапана Фишера приведет к увеличению производительности потока, снижению потерь этилена, и к увеличению скорости процесса полимеризации.

УДК 621.521

## **ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПРОЕКТИРОВАННОГО КОМБИНИРОВАННОГО НАСОСА**

*Ралло Ф. Н.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Работоспособность спроектированного комбинированного насоса будет проверяться путем проворачивания его рабочих органов на  $360^\circ$  с периодом в  $45^\circ$ . Работа насоса начинается с процесса всасывания газа в первую ступень (см. рисунок 1).

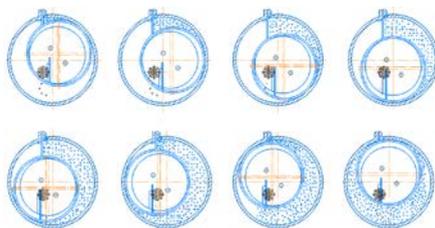


Рисунок 1 – Схема процесса всасывания комбинированного насоса

Во время этого процесса объем в камере всасывания начинает увеличиваться, давление падает, а концентрация газа остается неизменной, как следствие всего этого молекулы откачиваемого газа начинают всасываться в камеру насоса. На весь этот процесс насосу требуется один оборот вала на 360 градусов. Далее начинается процесс перепуска (см. рисунок 2), который длится также в течении одного оборота вала. В период протекания этого процесса откачиваемый газ из большей ступени (наружной) перетекает в ступень с меньшим объемом (внутренняя) из-за уменьшения рабочего объема первой и увеличения рабочего объема второй. Данный процесс весьма благоприятно сказывается на характеристиках насоса, благодаря ему насос может достигать большее предельное давление и меньше перегревается. Его суть заключается в том, что откачиваемый газ постепенно увеличивает свое давление до атмосферного (для того, чтобы открылся выпускной клапан) через две ячейки, а не резко через одну. Так же такая система снижает перетекания откачиваемого газа на сторону откачки благодаря меньшему перепаду давлений между ячейками.

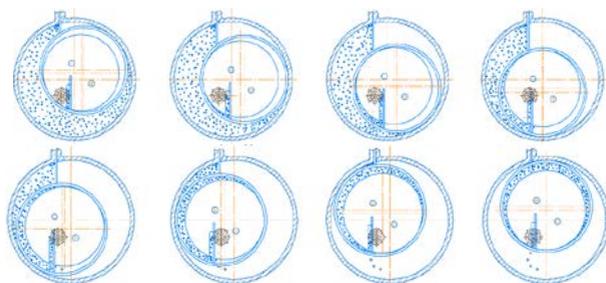


Рисунок 2 – Схема процесса перепуска комбинированного насоса

Последним процессом является процесс нагнетания (см. рисунок 3), он, как предыдущие два процесса, длится тоже один оборот вала.

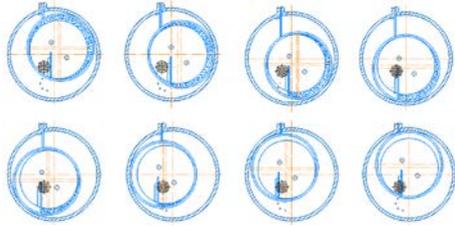


Рисунок 3 – Схема процесса нагнетания комбинированного насоса

В этом процессе откачиваемый газ покидает пределы корпуса насоса через выпускной патрубок благодаря уменьшению рабочего объема второй ступени.

Таким образом, можно сказать, что одна порция газа откачается за три полных оборота вала на 360 градусов, при этом во время нагнетания второй ступени будет происходить всасывание на первой, то есть ступени работают параллельно. При проверке работоспособности нигде не произошло заклиниваний конструкции, все детали проворачиваются без помех, следовательно – конструкция полностью работоспособна.

УДК 621.521

## **СХЕМА И ПОРЯДОК СБОРКИ КОМБИНИРОВАННОГО НАСОСА**

*Ралло Ф. Н.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Сборка спроектированного насоса начинается с корпуса. Его необходимо установить на ровную и прочную поверхность, а затем уложить внутрь рабочее кольцо.

Вторым этапом необходимо прикрутить крышку под ведомые валы, предварительно уложив в канавку корпуса

уплотнительное кольцо (см. рисунок 1). Все резьбовые соединения следует застопорить с помощью анаэробного герметика (кроме гаек на валах), так как насос создает сильные вибрации при своей работе.

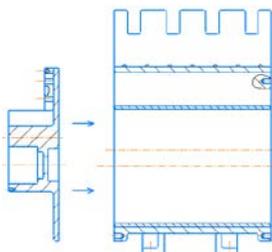


Рисунок 1 – Схема присоединения крышки под ведомые валы к корпусу комбинированного насоса

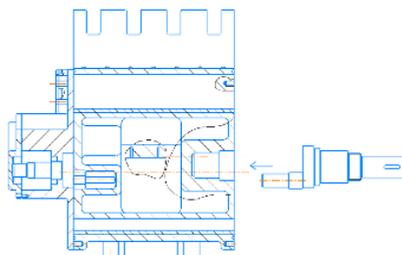


Рисунок 2 – Схема установки ведомого вала в ротор комбинированного насоса

Дальше необходимо смазать подшипники на ведомых валах которые будут сидеть в роторе и, если будет решено использовать вакуумную смазку, а не обычную, смазать подшипники находящиеся в крышке. После чего установить валы в крышку. В дальнейшем на хвостовики валов насаживается ротор. Затем в область с еще не закрытыми подшипниками устанавливается манжета и выбирается зазор у роликовых подшипников с помощью специальных гаек. Потом подшипники смазываются и в канавки на торцах закладывается уплотнительный шнур. В довершение к этой операции малая крышка и крышка от перепускного канала прикручиваются.

В дальнейшем необходимо смазать подшипники на ведущем валу аналогично подшипникам на ведомых валах. После чего вал устанавливается в ротор (см. рисунок 2).

Затем устанавливаем рабочую пластину в ротор, после чего обе пластины устанавливаются на свои места. Затем в торцевую канавку на корпусе насоса закладывается уплотнительное кольцо и прикручивается крышка под ведущий вал.

Предпоследним действием необходимо установить клапана в клапанную коробку и разместить на выходном патрубке ответные к клапанам пружины, после чего выходной патрубок можно прикручивать к корпусу. В торцевой паз крышки под ведомый вал укладывается уплотнительное кольцо, а в малую крышку устанавливается сальник, после чего детали скручиваются между собой при помощи болтов.

Для завершения сборки необходимо уложить уплотнительный шнур в верхний паз насоса и прикрутить крышку с входным патрубком с уже собранным механизмом прижима пластины внутри (см. рисунок 3).

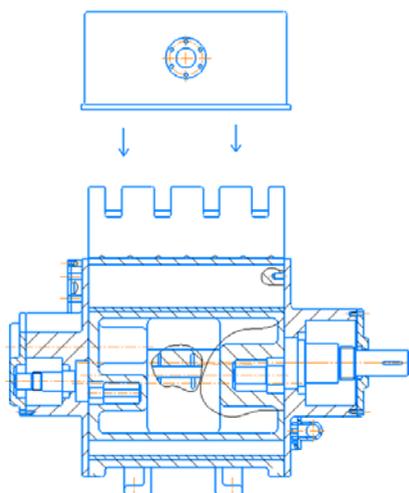


Рисунок 3 – Схема присоединения верхней крышки с механизмом прижима пластин к корпусу комбинированного насоса

Насос полностью собран. Далее его необходимо перенести к месту эксплуатации и закрепить на нем используя отверстия в лапах. После чего необходимо подсоединить трубопроводы по которым будет вестись откачка, а так же присоединить привод вращения.

УДК 621.521

## РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПРОЕКТИРОВАННОГО КОМБИНИРОВАННОГО НАСОСА

*Ралло Ф. Н.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В первую очередь необходимо провести расчет массы ротора, так как это основная движущаяся часть и практически вся мощность электродвигателя будет тратиться на ее вращение. Для подсчета массы необходимо разделить ротор на три условные части (см. рисунок 1).

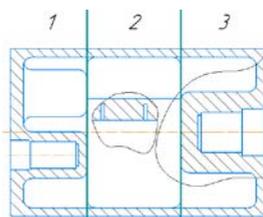


Рисунок 1 – Схема ротора проектируемого насоса для подсчета его массы

Посчитанную площадь каждой из частей умножаем на соответствующую высоту и получаем примерную массу ротора. Площадь первой части ротора составила (расчет производили с помощью компьютерной программы Компас:  $12379 \text{ мм}^2 \times 90 \text{ мм} = 1114110 \text{ мм}^3 = 0,001114 \text{ м}^3$  (см. рисунок 2, а).

Материал ротора – высокопрочный чугун марки ВЧ35, так как ротор воспринимает достаточно большие нагрузки от центробежной силы. Плотность такого материала –  $7200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Масса данной части составила:  $7200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 0,001114 \text{ м}^3 = 8,02 \text{ кг}$ .

Объем второй части подсчитан идентичным образом и составил:  $8112 \text{ мм}^2 \times 111 \text{ мм} = 900432 \text{ мм}^3 = 0,0009004 \text{ м}^3$  (см. рисунок 2, б). Масса данной части равняется:  $7200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 0,0009004 \text{ м}^3 = 6,48 \text{ кг}$ .

Объем третьей части рассчитан на рисунке 2 в:  $13900 \text{ мм}^2 \times 99 \text{ мм} = 1376100 \text{ мм}^3 = 0,001376 \text{ м}^3$ . Масса данной части равняется:  $7200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 0,001376 \text{ м}^3 = 9,91 \text{ кг}$ .

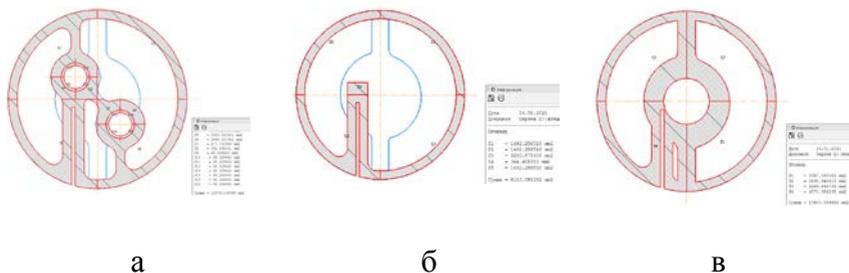


Рисунок 2 – Расчет площади прекируемого насоса:  
а – первая часть; б – вторая часть; в – третья часть

Таким образом масса всего ротора равняется:  $8,02 + 6,48 + 9,91 = 24,41 \text{ кг}$ . Из этих расчетов можно сделать вывод, что масса ротора достаточно внушительна, чтобы быть активно движущейся частью. Следует провести исследования по поводу необходимой толщины стенок ротора, и, возможно, замены самого материала детали.

Далее необходимо произвести расчет производительности спроектированного насоса. Эта характеристика крайне важна при оценке его конкурентноспособности по сравнению с другими насосами такого же типа.

Начнем расчет с определения внутреннего рабочего объема. Для этого посчитаем площадь первой ступени насоса и умножим ее на высоту корпуса ротора, которая равна 300 мм.

Рабочий объем составил:

$$28412 \text{ мм}^2 \times 300 \text{ мм} = 8523600 \text{ мм}^3.$$

Далее необходимо перевести эту величину в литры ( $\text{дм}^3$ ):  
 $8523600 \text{ мм}^3 = 8,524 \text{ л.}$

Теперь предположим, что ведущий вал будет вращаться со скоростью  $1500 \text{ об/мин} = 25 \text{ об/с}$ . Это достаточно распространенная скорость вращения для насосов данного типа. Получается, что насос работает с производительностью:  
 $8,524 \text{ л} \times 25 \frac{\text{об}}{\text{с}} = 213,1 \frac{\text{л}}{\text{с}}$ .

Это достаточно большое значение производительности. Это может означать, что спроектированный насос конкурентноспособен.

УДК 621.793.18

## **КОНСТРУКЦИЯ ПРИВОДОВ ВРАЩЕНИЯ**

*Родькин Д. Г., Жуевская С. Е.*

*Научные руководители: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.,*

*инженер II категории Терещук О. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Авторами данной работы в [1] предложена конструкция технологической оснастки, которая позволяет формировать вакуумно-плазменные покрытия на сферических изделиях. Для того, чтобы сориентировать технологическую оснастку вместе с деталями в вакуумной камере относительно распыляемой мишени, а также для передачи изделиям необходимого вращательного движения в вакуумной камере используют вакуумные вводы вращения.

В данном случае вакуумный ввод вращения должен обеспечивать герметичность перехода из среды с атмосферным давлением в область пониженного давления (вакуум), достаточную точность и скорость перемещения заготовки в процессе напыления, а также безотказность работы в диапазоне температур от 273 до 523 К.

С этой целью была разработана конструкция вакуумного ввода вращения, представленная на рисунке 1.

Вал (1) ввода проходит через корпус (5), передавая вращение изделию из среды с атмосферным давлением в область пониженного давления. Посредством фланца (7) с уплотнением (4) корпус крепится к обечайке вакуумной камеры, поджимаясь при этом с противоположной стороны круглыми шлицевыми гайками.

В корпусе ввода расположены подшипники (8) с распорной втулкой (3), и поджимной гайкой (2). Для предотвращения протеканий по валу служат манжеты (9), подпираемые втулкой (8).

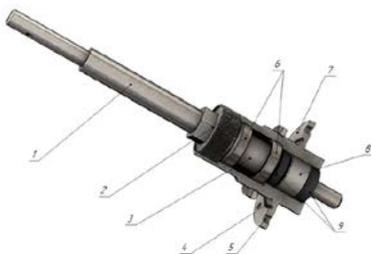


Рисунок 1 – Устройство вакуумного ввода вращения

Данный вакуумный ввод помещается в отдельный корпус, на котором закрепляются присоединительный фланец и электромагнит, образуя приводы вращения. Конструкция приводов вращения изображена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Устройство приводов вращения

Верхний привод вращения, из-за необходимости расположения под углом, имеет особую конструкцию корпуса ввода (4) с уплотнениями (3) и (5), а также поджимным фланцем (2), который является промежуточным элементом крепления для корпуса (4) и самого вакуумного ввода (1). В остальных аспектах конструкция верхнего и нижнего приводов вращения идентична.

На конце вала вакуумного ввода вращения посредством посадки с натягом и штифта (9) закреплена чашка (10), выполненная в виде 2/3 полусферы, в которой располагается напыляемое сферическое изделие-заготовка.

В корпусе электромагнита (6) на фланце (8) закреплён сам электромагнит (7), к которому через соответствующий разъем от токоввода подается напряжение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Родькин, Д. Г. Анализ прототипа конструкции оснастки для напыления покрытий на сферические изделия вакуумно-плазменным методом / Д. Г. Родькин, С. Е. Жуевская; науч. рук.: В. М. Комаровская, О. И. Терещук // Инновационные технологии и образование : международная научно-практическая конференция, 29–30 апреля 2021 г.: в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: А. М. Маляревич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2021. – Ч. 2. – С. 251–254.

УДК 621.793.18

## **КОНСТРУКЦИЯ ОСНАТКИ ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА СФЕРИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ**

*Родькин Д. Г., Жуевская С. Е.,*

*Научные руководители: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.,*

*инженер II категории Терещук О. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Взяв за основу установку, описанную в [1], спроектировано устройство для нанесения вакуумно-плазменных покрытий на сферические изделия. На рисунке 1 представлен общий вид установки для напыления вакуумных покрытий на сферические поверхности.

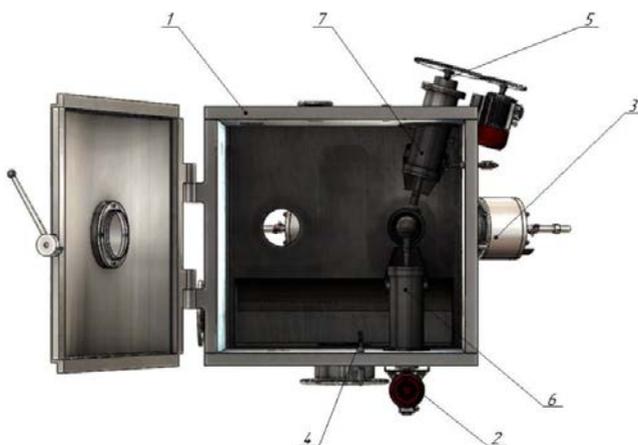


Рисунок 1 – Общий вид установки для напыления вакуумных покрытий на сферические поверхности

В вакуумной камере (1) установлены приводы вращения сферической детали (6) и (7). Каждый из них приводится во

вращение соответствующим электродвигателем (2) или (5). Через токовводы (4) к электромагнитной катушке, служащей для попеременного притягивания сферического изделия-заготовки к верхнему или нижнему приводу вращения, подводится напряжение. Плазменный сепаратор (3) служит для генерации потока напыляемых на сферическую поверхность частиц. Подробнее рассмотрим принцип действия описываемого устройства (см. рисунок 2).

Плазменный сепаратор (1) создает поток ионов, движущийся на сферическое изделие-заготовку (5), расположенное в чашке (6). Вращение заготовке передается за счет зубчатых передач (7) или (8), в зависимости от положения заготовки и от включенного в данный момент электродвигателя.

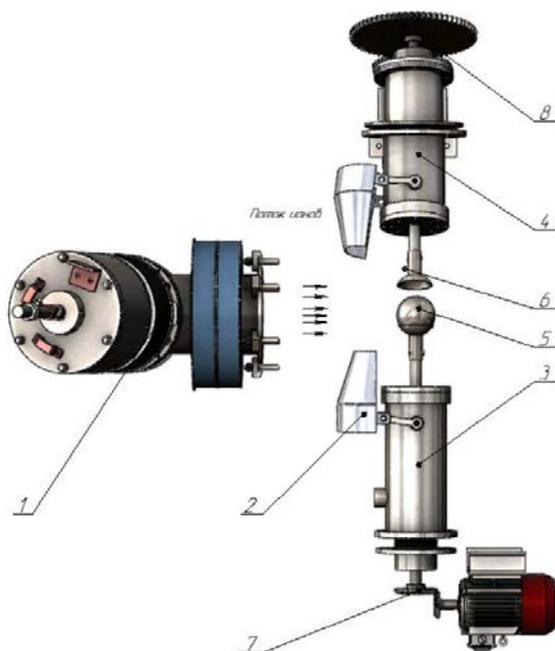


Рисунок 2 – Конструкция устройства для напыления вакуумных покрытий на сферические изделия

В корпусах (3) и (4) расположены электромагниты, попеременно включаемые и перемещающие заготовку от нижней чашки-держателя (6) к верхней, создавая таким образом одновременно движение сферы вокруг своей оси и вдоль вертикальной оси.

Электромагнитные экраны (2) искажают поле электромагнитных катушек таким образом, чтобы линии поля не выходили за пределы экрана, распространяясь только на сферическую заготовку, не изменяя при этом траекторию потока ионов.

Одним из несомненных достоинств разработанного нами устройства для нанесения вакуумных покрытий на сферические изделия является возможность модернизации практически любой имеющейся вакуумной установки до уровня, требуемого для совершения техпроцесса напыления.

Все узлы устройства небольшого размера, разбираемы, что позволяет, после небольшой доработки, устанавливать их прямо в вакуумную камеру.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Родькин, Д. Г. Анализ прототипа конструкции оснастки для напыления покрытий на сферические изделия вакуумно-плазменным методом / Д. Г. Родькин, С. Е. Жуевская; науч. рук.: В. М. Комаровская, О. И. Терещук // Инновационные технологии и образование: международная научно-практическая конференция, 29–30 апреля 2021 г.: в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: А. М. Маляревич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2021. – Ч. 2. – С. 251–254.

УДК 621.793.18

## ВАКУУМНЫЙ ВОДООХЛАЖДАЕМЫЙ ТОКОВОД

*Родькин Д. Г., Жуевская С. Е.,*

*Научные руководители: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.,*

*инженер II категории Терещук О. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевой особенностью конструкции оснастки для напыления вакуумно-плазменных покрытий на сферические изделия, описанной авторами в [1], должно являться одновременное перемещение сферы вокруг своей оси и вдоль вертикальной оси в процессе напыления. За перемещение заготовки вдоль вертикальной оси отвечают электромагниты, расположенные в корпусе приводов вращения. Для подачи напряжения к этим электромагнитам служит охлаждаемый токоввод, конструкция которого представлена на рисунке 1.

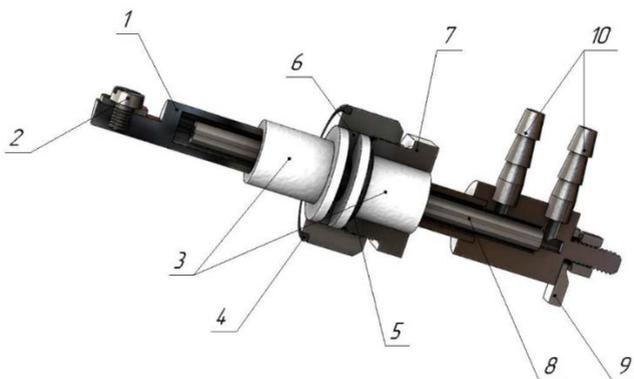


Рисунок 1 – Устройство вакуумного токоввода:

- 1 – токопроводящий корпус; 2 – контакт внутренний;
- 3 – втулка изоляционная; 4 – уплотнение; 5 – уплотнение гайки; 6 – полимерная прокладка; 7 – гайка; 8 – трубка;
- 9 – наружный контакт; 10 – оливы

Токопроводящий корпус (1) проходит через ступенчатое отверстие в обечайке камеры, поджимаясь гайкой (7). Для изоляции корпуса от обечайки служат изоляционные втулки (3), выполненные из фторопласта-4 и полимерная прокладка (6). Для предотвращения натеканий воздуха, как внутренних, так и наружных, служат уплотнения (4) и (5). По трубке (8), через оливы (10), подается охлаждающая вода, так как в результате проходящего напряжения по корпусу, ввод нагревается. К контактам (2) и (9) подводятся соответственно провода от электромагнитна и от управляющего поста.

Конструкция спроектированного токоввода проста и не имеет отличий от типовых решений, что позволяет встраивать такой токоввод в любую вакуумную камеру. Для этого требуется лишь небольшое отверстие в любом удобном и свободном месте обечайки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Родькин, Д. Г. Анализ прототипа конструкции оснастки для напыления покрытий на сферические изделия вакуумно-плазменным методом / Д. Г. Родькин, С. Е. Жуевская; науч. рук.: В. М. Комаровская, О. И. Терещук // Инновационные технологии и образование: международная научно-практическая конференция, 29–30 апреля 2021 г.: в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: А. М. Маляревич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2021. – Ч. 2. – С. 251–254.

УДК 628.356.2

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЖАТОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

*Сергеев М. Н.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время большой проблемой во всем мире является низкое качество воды, особенно питьевой. Вода хорошо взаимодействует с металлами, неметаллами, солями, оксидами, что пагубно влияет на здоровье живых организмов. В современном мире существует много способов очистки воды:

- Механическая очистка;
- Ионный обмен;
- Дистиляция;
- Сорбция;

Рассмотрим механический метод. Данный метод называется аэрация. Аэрация – это способ очистки, в процессе которого происходит насыщение воды воздухом, в данном процессе из нее удаляются опасные элементы: сероводород, марганец, железо, органические соединения и другие, таким путем химический состав воды многократно улучшается. Вдобавок аэрация направлена на улучшение органолептических свойств воды – вкус, цвет, запах.

Безнапорная аэрация. Установки безнапорной аэрации используются для извлечения из состава воды вредных веществ. Считается одним из наиболее экологически чистых и безопасных способов фильтрации.

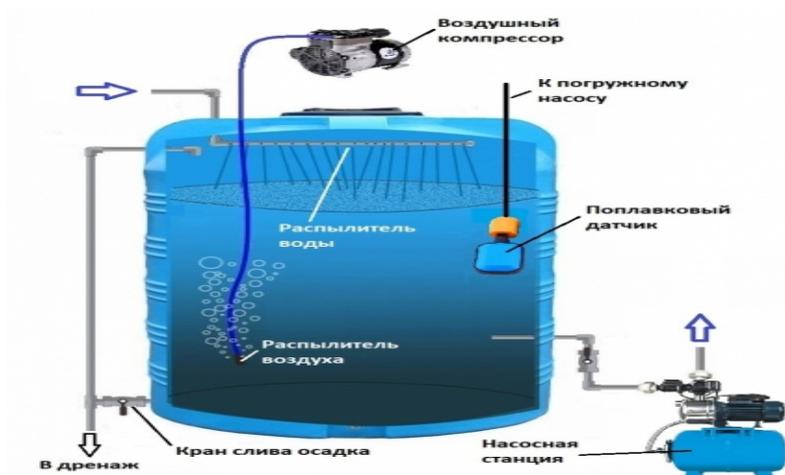


Рисунок 1 – Схема установки безнапорной аэрации

Установки безнапорной аэрации имеют различные габариты, в зависимости от объема воды. Таким образом можно применять как на дачах, так в деревенских домах и на предприятиях где используются промышленные объемы воды. Принцип действия аэрационной установки основан на нагнетаемом и растворяемом в воде кислороде, который вступает в реакцию с ионами металлов, окисляя и растворяя их. Это происходит следующим путем: после завершения процесса окисления, выпавшие в осадок соединения уносятся потоком воздуха через воздухоотделительный клапан из установки. Далее в систему водоснабжения поступает чистая вода. Насос необходим для поддержания давления в системе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Золотова, Е. Ф. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода.
2. Фрог, Б. Н., Левченко, А. П. Водоподготовка: учебн. пособие для вузов. М. Издательство МГУ, 1996 г. 680 с; 178 ил.

УДК 62-293

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ  
ВНУТРИКАМЕРНАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ  
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ  
ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

*Серко А. В., Грищук А. А.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Босьяков М. Н.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Специализированная технологическая внутрикамерная оснастка – это приспособление, которое служит для загрузки и установки деталей в рабочую камеру для последующей обработки. Цель – надежная фиксация обрабатываемых деталей, а также – получение однородного поля температур по всей садке. Оснастки изготавливают из жаропрочных нержавеющей сталей, таких как: 12Х18Н10Т, 03Х18Н11 и других подобных по химическому составу. Оснастка используется многократно.

Высокотемпературная обработка – это ионная цементация, температура обрабатываемых деталей достигает 900 °С–930 °С. При проектировании оснастки для ионной цементации необходимо учитывать то, что частицы углерода, образующиеся в разряде, могут конденсироваться в виде сажи в местах камеры с пониженной температурой. Поэтому катод, устанавливаемый в камеру для высокотемпературной обработки должен находиться в внизу специальной оснастки, там, где температура имеет максимальное значение и конденсация сажи происходит не будет. Пример оснастки для загрузки деталей в камеру для высокотемпературной обработки грибкового типа изображен на рисунке 1. В зоне камеры, располагающейся на уровне нижней опорной плиты 1 формируется тлеющий разряд и происходит процесс насыщения углеродом. Там – самая высокая температура, так как под плитой находится катод и теплоизоляция. Изоляторы

опорные 2, отделяющие нижнюю плиту 1 от верхней плиты 3, выполняют роль изоляции для предотвращения короткого замыкания при возникновении разряда в рабочем объеме камеры.

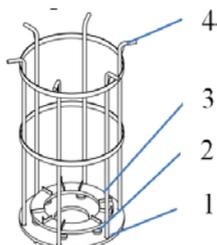


Рисунок 1 – Оснастка для загрузки деталей: 1 – нижняя плита; 2 – изоляторы опорные; 3 – верхняя плита; 4 – стяжки

Принцип работы следующий (см. рисунок 2): на оснастку загружаются детали типа шестерни, обрабатываемая поверхность которой является вертикальной и располагается с внешней стороны детали. Детали 3 кладутся плашмя, для устойчивости положения. Затем оснастка при помощи кран-балки и устанавливается в камеру путем подвешивания стяжками 4 на специальные ключичины 5 на верхнем опорном катоде-плите 2.



Рисунок 2 – Фотография установленной оснастки в камере:  
1 – металл-шина; 2 – катод-опорная плита; 3 – корзина с деталями;  
4 – стяжка; 5 – ключичина

При помощи металл-шины 1 подается потенциал в рабочую зону камеры. При загрузке необходимо убедиться, чтобы оснастка опиралась всеми стяжками на ключичины.

**КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ  
ВАКУУМНЫХ КАМЕР ШАХТНОГО ТИПА  
УСТАНОВОК ИОННОГО АЗОТИРОВАНИЯ**

*Серко А. В.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Босяков М. Н.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Отличительной особенностью камеры шахтного типа является ее место расположения в приемке таким образом, чтобы крышка камеры находилась на высоте до 1200 мм от уровня пола рабочей зоны. Размер котлована, в который будет произведена установка камеры, следует выбирать с учетом необходимости свободного доступа к углубленной части камеры со всех сторон для проведения ремонтно-профилактических работ. Для нагрева деталей, имеющих большую длину и небольшое сечение, шахтные камеры имеют преимущества перед колпаковыми, так как нагрев таких деталей в вертикальном положении намного уменьшает коробление садки. Камеры шахтного типа условно разделяют на два вида: монолитная и составная. Монолитная конструкция, показанная на рисунке 1, представляет собой сваренные между собой обечайку и поддон, крышка отделяемая. Составная конструкция – это поддон, цилиндр, корпус, крышка. Части составных камер собираются между собой соединениями разъемного типа.

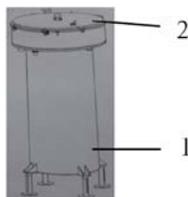


Рисунок 1 – Камера шахтная, монолитной конструкции:  
1 – обечайка, сваренная с днищем, 2 – крышка

Камеры монолитной конструкции производят для обработки не слишком длинномерных деталей (до 2000 мм). Поэтому, такая камера подобного устройства имеет существенно меньшие габаритные размеры по сравнению с составной, приведенной на рисунке 2.

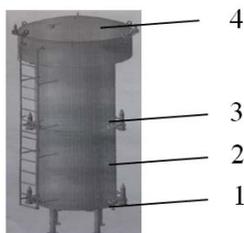


Рисунок 2 – Камера шахтная, сборной конструкции:  
1 – поддон, 2 – промежуточный цилиндр, 3 – корпус, 4 – крышка

С точки зрения транспортировки, монтажа-демонтажа, обслуживания установки, секционные камеры имеют преимущество над монолитными. Размеры секций камер такого типа определяются не произвольно, а кратно раскрою металла, определяющего ГОСТом, регламентирующим сортаменты горячекатаных и холоднокатаных сталей. Это делается для правильного определения заказа материалов и экономии сырья в производстве. Камеры шахтные производят, в основном, с расширением корпуса на верху цилиндра, это так называемые «грибки». Данное расширение, во-первых, позволяет установить катод в области грибка, тем самым максимально используется рабочее пространство камеры. Во вторых, в данном расширении гораздо удобнее производить установку-снятие термопарных, вакуумных вводов, токовводов.

При изготовлении крышек для камер необходимо также придерживаться некоторых правил. Если изготавливается крышка сферического типа без отбортовки, то необходимо производить ее с фланцем, для обеспечения возможности соединения крышки с камерой.

УДК 614.888.5

## **МАСКА ДЛЯ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ С ВАКУУМНОЙ ФИКСАЦИЕЙ**

*Сечко И. А., Яцынович С. А.*

*Научные руководители: канд. тех. наук,  
доцент Комаровская В.М., ст. преподаватель Камыда Д. Е.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Искусственной вентиляцией легких (ИВЛ) называется обеспечение газообмена между специально подобранной смесью газов и альвеолярным пространством легких искусственным способом.

Аппарат искусственной вентиляции легких является незаменимым элементом оборудования любой бригады скорой помощи. В экстренных ситуациях чаще всего применяется неинвазивный метод вентиляции легких, то есть, без введения катетеров. К достоинствам данного метода можно отнести его быстроту и простоту. Однако он не лишен и очевидных недостатков, одним из которых является утечка воздуха из маски из-за складок или неплотного прилегания ее к лицу человека, что только усугубляется в экстренных ситуациях частой невозможностью занять удобное положение или поменять положение пострадавшего для более надежной фиксации маски.

Нами предлагается простое и действенное решение этой проблемы, а именно применение фиксации с помощью вакуума. Это позволило бы проводить искусственную вентиляцию легких в любом положении пострадавшего, исключить или по крайней мере значительно уменьшить утечки газа из маски, применять повышенное давление и исключило бы надобность в удержании маски на лице пострадавшего.

Предлагаются следующие варианты конструктивного исполнения фиксатора: на рисунке 1 изображен ряд круглых присосок по периметру маски, соединенных между собой. К

каждой из них будет подведена трубка небольшого диаметра, подключенная к общему коллектору, а затем к насосу. Другой вариант конструктивного исполнения представлен на рисунке 2 в виде манжеты, в некоторых местах которой также присоединены трубки, соединенные с коллектором. Последний предлагаемый нами вариант представлен в виде трубки с отверстиями на его контактной стороне, либо с прорезью на ней же, который так же представлен на рисунке 2.

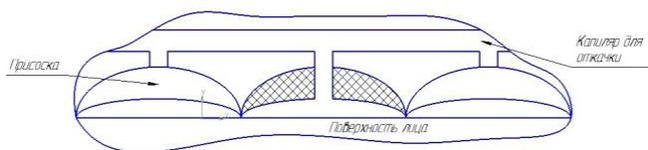


Рисунок 1 — Вариант вакуумного фиксатора в виде ряда присосок

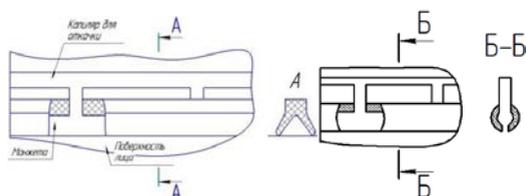


Рисунок 2 — Вариант вакуумного фиксатора в виде манжеты и трубки соответственно

В качестве материала для данного вакуумного фиксатора предлагается использовать медицинскую пластмассу, которая не вызывает аллергические реакции у людей и также является достаточно эластичной. Для надежной фиксации и герметизации предлагается использовать смазку на подобии силикона.

Для данной маски будет достаточно низкого вакуума, так что в качестве откачного агрегата нами предлагается использовать мембранный насос. Он является достаточно производительным, безопасным, а малые габариты делают его удобным для транспортировки.

УДК 621.793

## **УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРЬ МАТЕРИАЛА КАТОДА ПРИ НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ КИБ**

*Сечко И. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Для начала рассмотрим сам принцип нанесения покрытий методом катодно-ионной бомбардировки. Во время процесса напыления данным методом происходит испарение материала катода с его последующей ионизацией. Полученные ионы с большой скоростью и энергией летят в сторону куда был направлен катод, либо в сторону анода, напряжение на котором по знаку отличается от заряда ионов. И в первом и во втором случаях лишь часть испарившегося материала напыляется в виде покрытия на заготовку. Часть материала остается на стенках камеры, на оснастке, карусели и других частях вакуумной камеры, что ведет к потере части материала катода. Это может показаться незначительным, если рассматривать это в пределах одного техпроцесса напыления, однако при более широком рассмотрении потери могут оказаться значительными.

Нами предлагается следующее решение, представленное на рисунке 1. В камере между двумя или тремя катодными узлами будет расположена карусель 4 с планетарным механизмом, на которой будет вращаться технологическая оснастка вместе с заготовками 5. После внутрикамерной подготовки изделий процесс нанесения покрытия будет происходить в несколько этапов. В каждом из них один из электродов мы используем в качестве испаряемого катода, а другой – в качестве анода. В это время ионы испаряемого материала летят от электрода 1 к электроду 2, проходя через заготовки и частично напыляясь на них. Часть ионов оседает на аноде, в роли которого на дан-

ном этапе выступает электрод 2, образуя на нем покрытие. Затем мы переключаем напряжение, тем самым в качестве анода используя электрод 1, а в качестве катода – электрод 2, тем самым «меняя местами» катод и анод. Испаряя катод, мы также испаряем с него тот слой материала, что успел осесть на нем за время проведения предыдущей операции техпроцесса.

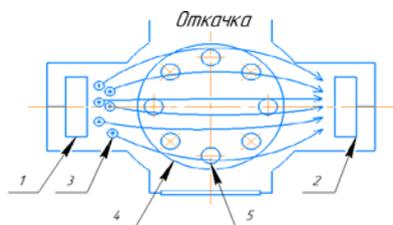


Рисунок 1 – Схема работы метода повторного распыления

Основным достоинством данного метода является то, что потери материала катодов значительно сокращаются. Так же частично решается проблема с очисткой стенок камеры после процесса напыления, так как большая часть ионов материала катода циркулируют от одного электрода к другому, оседая по большей части лишь на оснастке и заготовках.

У данного метода есть ряд недостатков, которые делают его не таким эффективным. Одним из них является тот факт, что наносимое таким образом покрытие должно быть однородным, то есть катоды должны быть сделаны из одного материала, например, титана. В противном случае равномерность покрытия может оказаться под большим вопросом. Так же размещение в камере более двух-трех катодных узлов при данном способе нежелательно, так как может увеличиваться время нанесения покрытий.

Ряд технических дополнений может немного увеличить производительность метода, например, использование катодной сетки для дополнительной защиты стенок камеры и сужения потока ионов. Однако несмотря на это, метод требует детального изучения и многих доработок.

УДК 621.7.044.3

## ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

*Сивак Д. И.*

*Научный руководитель: канд. тех. наук,*

*доцент Вегера И. И.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

За небольшой срок плазменная резка укрепила свои позиции в промышленности. Сам же процесс плазменной резки представляет взаимодействие воздуха (или других рабочих газов) и электричества. При плазменной обработке увеличивается возможность работы со многими видами металлов, точность резки, быстрота работы, возможность резать немаetalлические изделия, возможность вырезать фигуры сложных форм. По этим причинам плазменная резка получила широкое применение в промышленности. Компоненты плазменной резки изображены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Плазменная резка

Началом работы установки служит ее включение. Источник питания генерирует токи высокой частоты, которые поступают в плазматрон. Под воздействием этих токов между накопником и электродом образуется электрическая дуга. Эта дуга перекрывает собой весь канал.

Компрессор подает сжатый воздух, который проходя через электродугу, превращается в поток плазмы. Сопло служит для формирования воздушного потока за счет сужения внизу. Когда происходит соприкосновение с поверхностью металла, дежурная дуга гаснет, а вместо нее зажигается рабочая или режущая. Эта дуга является катодом (имеет отрицательный заряд), а подключаемая клемма к листу металла анодом (имеет положительный заряд), в следствии чего можно безопасно касаться листа при резке метала. Под действие плазмы металл плавится, образуя рез, а расплавленные частицы удаляются струей воздуха под высоким давлении струей воздуха.

При подборе компрессора для плазменного резака стоит учитывать наличие стабильной питающей сети, ведь в этом случае объем ресивера не важен, так как компрессор будет успевать накачивать бак и отключаться для охлаждения поршневой головки. Так же следует выбирать масляный компрессор, нежели сухой, из-за наличия у масляных компрессоров большего моторесурса. Если ожидается продолжительная и объемная резка, то следует выбирать ременные компрессора, поскольку они лучше переносят продолжительные нагрузки или винтовые компрессоры из-за способности круглосуточной работы. При периодическом режиме работы, а именно включение и выключение резака в течении рабочей смены лучше использовать поршневой компрессор. Он нагнетает сжатый воздух в ресивер через определенные повторы, что идеально подходит для повторно-кратковременного режима работы. И как только давление в ресивере падает до минимального компрессор включается вновь для нагнетания сжатого воздуха.

Компрессор играет очень важную роль в плазменной резке металлов, так как от стабильности потока воздуха зависит не только качество и глубина реза, но и срок службы всей установки.

УДК 621.9-114

## ОСОБЕННОСТИ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

*Сивак Д. И., Делендик М. В.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Данильчик С. С.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Важными показателями металлорежущих станков являются точность, жесткость, эффективность и др. Но не менее важное значение имеет снижение затрат на разработку и создание металлообрабатывающих станков. Все это побуждает к поиску новых идей и разработке проектов нового металлорежущего оборудования.

Одним из направлений совершенствования станков является использование механизмов параллельной структуры. Такой принцип станков позволяет получить до шести степеней свободы станка. Число степеней свободы можно определить по формуле:

$$W=6n-5p_5-4p_4-3p_3-2p_2-p_1$$

где  $n$  – количество подвижных звеньев механизма,  $p_i$  – количество кинематических пар  $i$ -го класса. По количеству степеней свободы станки подразделяются на: биподы ( $W=2$ ), триподы ( $W=3$ ), квадраподы ( $W=4$ ), пентаподы ( $W=5$ ) и гексаподы ( $W=6$ ).

Принцип работы станков основан на применении платформы Стюарта, которая изначально использовалась в авиации для моделирования полетов. К конструированию подобных станков приступили впервые в СССР в 1976 г. За рубежом разработки начались примерно через 10 лет: фирма Giddings&Lewis (США) и Geodetic Technology International (Швейцария) – в 1988 г., фирма Ingersoll – в 1987 г. [1].

Станок основан на базе механизмов поступательного перемещения, выполненных в виде штанг. Штанги соединены шарнирными соединениями с двух сторон, а именно, одним концом соединяются с основанием, а другим – с подвижной платформой, на которую, как принято, устанавливается шпиндель. Регулировка положения шпинделя осуществляется по шести координатам: перемещение по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и повороты относительно этих осей. Такая регулировка осуществляется изменением длины штанг.

Главным приводом в станках выступает высокоскоростной мотор-шпиндель. В данных моторах частота вращения бесступенчато регулируется высокочастотным асинхронным электродвигателем.

Движение подачи и установочных перемещений платформы осуществляется параллельно работающими телескопическими штангами, которые в свою очередь состоят из шариковых винтовых механизмов, шаговыми серво-электродвигателями и лазерной системой контроля перемещений. Замена телескопических штанг пневмоцилиндрами позволяет упростить конструкцию, а также снизить потребляемую электроэнергию.

Станки на основе параллельной структуры создавались для выполнения многоцелевых задач. Достоинствами таких станков является: достаточно простая и недорогая конструкция; ускорение работы по проектированию станков; повышение жесткости станка; простая система обратной связи; распределения усилий по всей структуре равномерно за счет связи штанг в единое целое. Механизмы параллельной структуры перспективны и могут применяться для усовершенствования уже имеющегося или создания нового технологического оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Потапов, П. В. Механизмы с параллельной кинематикой в машиностроении / П. В. Потапов // Справочник. Инженерный журнал. – 2005. – № 8 (101). – С. 1–24.

## КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЗАПЫЛЕНИЯ СМОТРОВЫХ ОКОН ВАКУУМНЫХ КАМЕР

*Сильченко В. С.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Основной проблемой, затрудняющей проведение наблюдений за процессами в вакуумной камере, является образование осадка на поверхности смотрового окна. Возможными путями ее решения являются создание защитных устройств, препятствующих оседанию частиц на стекле, или протирочных устройств, служащих для очистки осевших частиц. Наиболее распространены простые конструкции этих устройств, при этом остаются недооцененными несколько усложненные, но не менее эффективные и интересные. В данной статье хотелось бы уделить таким устройствам внимание.

Первое устройство исключает образование осадка на внутренней поверхности смотрового окна (см. рисунок 1). Для этого оно оснащено стеклом 1, герметично состыкованным с крепежным фланцем 2, оптически прозрачной и электрически проводящей пленкой 6, имеющей электроконтакты 7 [1]. Устройство в сборе крепится к фланцу 3 вакуумной камеры 4. Прозрачная пленка 6 может быть выполнена из серебра.

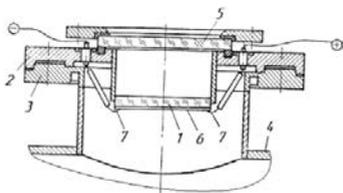


Рисунок 1 – Конструкция защитного устройства

Принцип работы устройства следующий: по электроконтактам 7 подают напряжение, в результате чего это приводит к нагреву пленки 6. Нагрев идет до тех пор, пока не будет достигнута температура, превышающая температуру конденсации паров испаряемого материала в вакуумной камере.

Второе устройство предназначено для удаления уже осевшего осадка на смотровое окно (см. рисунок 2). Оно содержит в себе корпус 1, кварцевое стекло 2, резиновые прокладки 3, накидную гайку 4, прижимающую прокладку к стеклу через кольцо 5, магниты 6 и 7 [2]. Рабочие торцы магнитов оклеены термостойкой тканью, предотвращающей возникновение царапин при их перемещении.

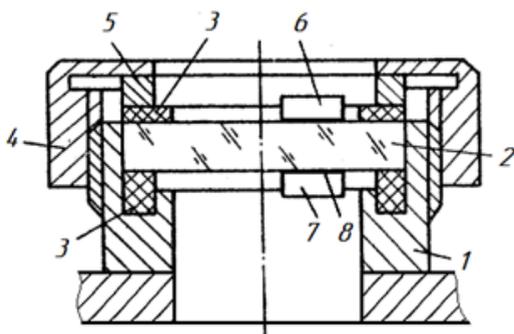


Рисунок 2 – Конструкция протирачного устройства

Принцип работы устройства следующий: для очистки окна от образованного осадка магнит 6 вручную перемещают по поверхности стекла, при этом магнит 7 за счет сил магнитного взаимодействия движется вместе с ним по внутренней поверхности стекла, удаляя осадок.

Данные устройства можно конструктивно дополнить заслонкой со стороны вакуумной камеры. Это позволило бы лишний раз не нагревать пленку или убирать осадок при помощи магнитов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Смотровое окно: пат. 431065 / Д. А. Агафонов, Г. М. Белоус, М. Ш. Галимарданов (СССР). – Оpubл. 13.07.75.

2. Смотровое окно для технологических аппаратов: пат. 853334 / В. Н. Кузнецов, Л. С. Супов (СССР). – Оpubл. 07.08.81.

УДК 621.793.06

### **КОНСТРУКЦИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ВНУТРИКАМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ**

*Сильченко В. С.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Смотровое окно служит для визуального контроля за процессами, происходящими в вакуумной камере. Его работу может нарушать образуемый осадок на поверхности стекла, затрудняющий проведение наблюдений из-за уменьшения прозрачности окна. Для воспрепятствования этому они снабжаются защитными устройствами различных конструкций. Они являются незаменимыми помощниками, когда визуальный контроль необходимо вести в течение длительного времени.

Вакуумные камеры также снабжаются ионными источниками, служащими для проведения внутрикамерной обработки. Она проводится за счет бомбардировки ионами инертного газа поверхности изделий, на которые в последующем будут наноситься тонкие пленки.

В данной статье предлагается совместить конструкции смотрового окна и ионного источника в единое устройство для рационального использования рабочего пространства.

За основу можно взять конструкцию смотрового окна с защитным устройством с патента [1]. Данное устройство содержит стекло 1, обойму 2, прижимной элемент 3, уплотнения 4, патрубков для подачи газа 5, внутреннее сопло 6 и наружное сопло 7, имеющее кольцевую проточку 8 и отверстия 9 (см. рисунок 1, а). Внутреннее сопло 6 плотно прилегает к стеклу 1, а к наружному соплу 7 – с зазором 10, представляющий собой канал для прохождения газа. Автор изобретения в качестве рабочего газа использует сжатый воздух.

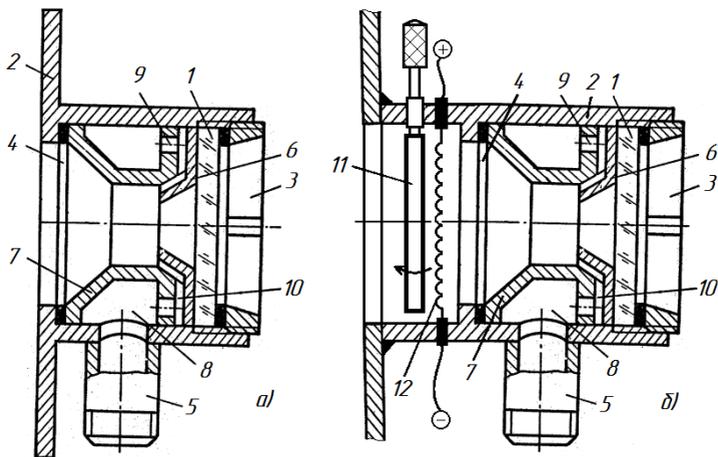


Рисунок 1 – Конструкции первоначального устройства (а) и устройства, содержащего смотровое окно и ионный источник (б)

Принцип работы устройства следующий: через патрубок подается сжатый воздух. Он, проходя через кольцевую проточку 8, отверстия 9 и зазор 10, истекает по наружной поверхности сопла 6 и сталкивается с частицами испаряемого материала, отбрасывая их в сторону, тем самым предотвращая образование осадка на стекле.

Предлагается данное устройство снабдить заслонкой 11 и вольфрамовой спиралью 12, а в качестве рабочего газа использовать аргон (см. рисунок 1, б). Раскаленная спираль служит для ионизации атомов инертного газа, а заслонка – в качестве стопорящего элемента для ионизации как можно большего количества атомов. Между тем заслонка служит и как защитное устройство смотрового окна, когда подача газа не осуществляется.

Естественно, использовать это устройство как смотровое окно во время проведения внутрикамерной обработки невозможно, так как процессу наблюдения будет мешать свечение вольфрамовой спирали.

Совмещение устройств должно позволить сократить количество монтируемых элементов к вакуумной камере, тем самым, уменьшив внутренние напряжения в ней. Также меньшее количество элементов вокруг камеры должно способствовать рационализации рабочего пространства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Смотровое окно: пат. 1137177 / В. В. Ларионов (СССР). – Оpubл. 30.01.85.

УДК 621.793

## **КОМПАНОВКА ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ВУ-1А**

*Сяхович П. В.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь*

Целью научной работы являлась модернизация установки вакуумного напыления ВУ-1А установленной на базе ГНУ «ФТИ НАН Беларуси» в соответствии с современными требованиями производства, что позволит реализовать возможность совместного протекания электронно-лучевого и электронно-дугового методов осаждения покрытий. Для достижения поставленной цели были решены ряд конструкторских и технологических задач.

Первоначально были детально проанализированы узлы базовой комплектации установки вакуумного напыления модели ВУ-1А, в результате было предложено модернизировать данную установку следующим образом: масляные насосы заменили на безмасляные системы (при этом все подтверждено соответствующими расчетами, в том числе и проверочными), подобрана соответствующая запорная арматура, произвели расчет перепадов давления на новой вакуумной магистрали. Далее предлагается установить в вакуумную камеру электронно-лучевой и электронно-дуговой источники испарения, оснастить вакуумную камеру необходимыми вводами: движения, электричества, газа.

В качестве электронно-лучевого испарителя был выбран испаритель модели EV M-6 (см. рисунок 1). Он является однотигельным с вращающейся турелью.

Выбранный дуговой испаритель (см. рисунок 2) устойчиво работает в диапазоне от 40 до 150 А потребляемого тока, при давлении от 1 до  $1 \cdot 10^{-3}$  Па. Испарение материала катода не менее 80 % от массы без использования систем сепарирования

и не менее 50 % от массы при использовании систем сепарирования плазменного потока.



Рисунок 1 – Электронно-лучевой испаритель EV M-6



Рисунок 2 – Электронно-дуговой испаритель

Компоновка модернизированной вакуумной камеры представлена на рисунке 3.

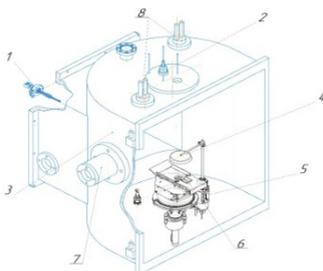


Рисунок 3 – Компоновка модернизированной вакуумной камеры:  
1 – термопара; 2 – электромагнитный ввод вращения; вакуумная камера,  
4 заслонка с приводом позиционером; 5 – привод позиционер;  
6 – электронно-лучевой источник; 7 – электронно-дуговой источник;  
8 – электрические вводы

Модернизация установки ВУ-1А позволила улучшить чистоту и глубину вакуума с  $10^{-4}$  Па до  $10^{-7}$  Па, появилась возможность предварительной подготовки поверхности с помощью ионной бомбардировки электронно-дуговым источником, что решило проблему с плохим уровнем адгезии при электронно-лучевом осаждении, а также возможно наносить вспомогательные адгезионные слои.

## ВАКУУМНАЯ ФОРМОВКА

*Телюк И. А., Бабарико Д. И.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуумная формовка – процесс производства деталей пластическим деформированием листовых материалов, таких как шпон, ПВХ-пленка, пластик АБС, а также формования различных объемных деталей из пластмасс и резин (см. рисунок 1). Принцип действия основан на создании разрежения под поверхностью разогретого материала и его деформацией с повторением формы заготовки, расположенной под ним под действием разности давлений.



Рисунок 1 – Вакуумный пресс

Оборудование для вакуумного формования состоит из следующих элементов:

1. Вакуумный стол, на котором располагается макет детали или изделие, на которое наносится фасад из формируемого материала.

2. Прижимная рама, обеспечивающая герметичность рабочего объема

3. Нагревающий модуль.

4. Вакуумный насос.

Технологический процесс вакуумного формования состоит из следующих этапов:

1. Укладка на стол макета детали или облицовываемого изделия.

2. Нагрев формируемого материала до получения требуемой пластичности.

3. Создание пониженного давления под поверхностью материала.

4. Остывание материала и обрезка лишнего материала.

Данная технология находит широкое распространение в промышленности благодаря своей простоте, производительности и высокому качеству получаемых изделий. Тем не менее она имеет ряд недостатков: трудности при получении деталей с поверхностями сложной формы из-за «замыкания» воздуха в пространстве между углублениями и пленкой или недостаточного давления на нее, излишний объем обрезанного материала при производстве некоторых деталей.

Решением данных проблем могло бы стать приложение силы разности давлений не на сам материал, а на металлическую пластину с пуансоном.

Установка в данном случае будет представлять собой вакуумную камеру с установленными внутри нагревателями и крышкой, перемещающейся по вертикальной оси, с пуансоном.

Рабочий процесс будет следующим:

1. Помещение в камеру оснастки с формируемым материалом.

2. Нагрев материала с последующей откачкой камеры.

3. Опускание крышки под действием разности давлений и формование материала.

4. Выравнивание давления, остывание, извлечение и обрезка деталей.

Данное решение позволит получить следующие преимущества: получение деталей более сложной формы с сохранением высокой точности, создание фактурных поверхностей, снижение объема отходов, обезгаживание изделий при штамповке пластиковых деталей.

УДК 621.521

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАПАНА ТЕСЛЫ В КАЧЕСТВЕ ПРОФИЛЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ВАКУУМНЫХ ЛОВУШЕК**

*Телюк И. А.*

*Научный руководитель: канд. тех. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуумная ловушка – устройство для предотвращения попадания паров масла от насоса в откачиваемый объем. Широкое распространение в промышленности получили конденсационные вакуумные ловушки, принцип действия которых основан на охлаждении рабочей поверхности с последующей конденсацией на ней масла и стеканием его вниз.

Конструирование ловушки является поиском компромисса между защитными свойствами и пропускной способностью, для получения оптимального соотношения данных характеристик необходимо выбрать соответствующий профиль рабочей поверхности.

Одним из решений данной задачи может стать использование в конденсационных ловушках клапана Теслы — гидравлического устройства, обеспечивающего низкое сопротивление при прохождении потока в прямом направлении и высокое при движении в обратном, не имеющее подвижных частей.

На рисунке 1 схематически изображен клапан Теслы, состоящий из корпуса 1, канала сложной формы, представляющего из себя каскад расположенных друг за другом с чередующимся углом отклонения несимметричных полостей, разворачивающих поток в направлении близком к обратному, втулок-разделителей 3, способных выступить каналами для циркуляции хладагента, огибаемых разворачиваемым потоком, а также входной и выходной штуцеры 4 и 5 соответственно.

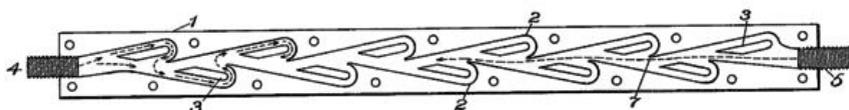


Рисунок 1 – Схема клапана Теслы

Принцип действия заключается в разбиении потока с перенаправлением вторичных потоков против основного. При прямом движении (от штуцера 5 к 4) поток лишь отклоняется на небольшой угол. При обратном же движении направление и скорость потока многократно меняются, создавая высокое сопротивление.

Применение профиля аналогичного клапану Теслы в качестве рабочей поверхности конденсационных ловушек, при прочих равных, позволит получить более оптимальные соотношения защитных свойств и пропускной способности.

Из-за больших габаритных размеров полученные ловушки будут наиболее пригодны для установки в системы с подключением насоса к камере через длинный трубопровод или колено.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Valvular conduit: US1329559/ Тесла Никола (США) – 03.02.1920.

УДК 316.422.4

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ОАО «ТАИМ»**

*Фёдоров А. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

При проектировании пневматической линии начинаем с выбора материалов для трубопровода. Используются сталь, алюминий или пластик. Материалы имеют свои преимущества и недостатки: стальные трубы прочны и непроницаемы для воздуха, но тяжелые и подвержены окислению. У алюминия отсутствуют эти недостатки, но он дорогой. Использование в качестве материала пластика (используются различные его виды), удобно при создании передвижных пневматических линий, так как пластиковый трубопровод легко удлинить и переместить. Тем не менее, существует высокая вероятность случайной поломки, кроме того, он сильно восприимчив к температурной деформации.

Необходимо с самого начала устанавливать трубы правильного диаметра. Давление в линии плавно снижается по всей ее длине. Сопротивление пневматической линии тем выше, чем меньше ее диаметр, а при снижении оно быстро возрастает [1].

Перед вводом системы в эксплуатацию необходимо проверить ее соответствие действующим требованиям безопасности. Воздушная линия должна быть испытана при давлении, в 1,3 раза превышающем нормальное рабочее давление воздуха.

В качестве источника сжатого воздуха мы используем компрессор, который всасывает воздух через воздушный фильтр. Сжатый воздух из компрессора проходит через маслоотделитель и обратный клапан в два запасных резервуара высокого давления. На одном из резервуаров мы установим

предохранительный клапан. От запасных резервуаров к трубопроводу до мастерской подключим электропневматический регулятор давления [2].

С резервуаров высокого давления посредством запорного и редуционного клапанов сжатый воздух поступает в систему низкого давления с рабочим резервуаром низкого давления. С резервуаром низкого давления соединен с распределительный клапан и баллоны через запорные клапаны и электропневматические клапаны [3].

Система низкого давления также включает в себя воздушный выключатель, предназначенный для предотвращения резких перепадов давления.

Давление воздуха в пневматической системе измеряется с помощью манометров. Отработанный воздух выбрасывается в атмосферу через глушитель.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Курмаз, Л. В. Детали машин. Проектирование: учеб. Пособие / Л. В. Курмаз, А. Т. Скойбеда. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 290 с.
2. Хак, Г. И. Турбодвигатели и компрессоры: Справочное пособие / Г. И. Хак. – Москва, 2007. – 352 с.
3. Михайлов, А. К. Компрессорные машины: учебник для вузов / А. К. Михайлов, В. П. Ворошилов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 290 с.

УДК 621.3.06

## ТИПОВАЯ СХЕМА ВАКУУМНОГО СТОЛА

*Хомич А. А.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуумные столы используются для закрепления детали в процессе обработки. Особенно распространен данный вид технологической оснастки в авиационной, космической сфере и деревообрабатывающей промышленности. При изготовлении различных элементов фюзеляжа, элементов корпусов часто возникает проблема их закрепления при механообработке. Вызвано это сложной конфигурацией обрабатываемых деталей, их малой жесткостью при больших габаритах, часто немагнитностью. Ввиду этого, применение стандартных способов закрепления детали невозможно и вакуумная технологическая оснастка является самым востребованным вариантом для закрепления заготовки.

Вакуумные столы изготавливаются в различных исполнениях: решетчатые, модульные, немодульные, круглые, специальные.

На рисунке 1 представлена общая конструкция решетчатого вакуумного стола. В ее состав входят следующие элементы: сама вакуумная решетчатая плита, штуцеры, шланг, шнур из материала-уплотнителя, упоры для предотвращения смещения плиты при обработке детали.

Принцип действия решетчатого вакуумного стола следующий. На рабочий стол станка устанавливается вакуумная решетчатая плита, ограниченная по сторонам упорами. Через штуцер шланг, идущий от вакуумной системы, присоединяется к плите. В специальные пазы на поверхности плиты укладывается уплотнительный шнур таким образом, чтобы он примерно повторял контуры обрабатываемой заготовки, ограничивая при

этом площадь поверхности, на которой будет получен вакуум. Далее заготовка устанавливается на плиту, после чего при помощи вакуумных насосов в полостях станочного приспособления создается разрежение и, благодаря разности давлений, заготовка плотно прижимается к поверхности приспособления. После этого ведется обработка режущим инструментом.

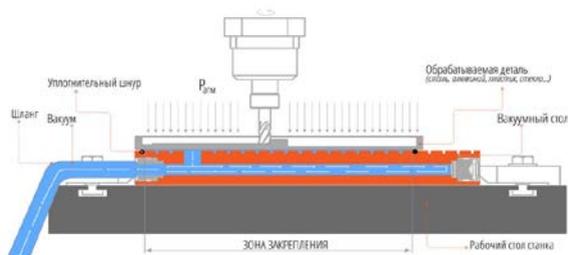


Рисунок 1 – Устройство вакуумного решетчатого стола

Данная схема работы является типовой и применяется в большинстве производств, ввиду своей простоты в изготовлении и использовании. Однако, данная схема имеет ряд недостатков, такие как излишний шум, высокие требования к производительности насоса, сложности автоматизации процесса переноса детали до и после обработки, невозможность закрепления неплоской детали. В случаях, когда данные недостатки не являются определяющими, применяется данный вид закрепления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хомич, А. А. Вакуумные устройства для закрепления тонкостенных нежесткой детали при обработке / А. А. Хомич, В. С. Ильин // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке. Материалы республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов // Белорусский национальный технический университет, Минск. – 2020. – С. 376–378.

## **ВАКУУМНЫЙ СТОЛ С РАЗДЕЛЕННЫМИ ПОДКАМЕРАМИ**

*Хомич А. А.*

*Научный руководитель канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Вакуумная технологическая оснастка в последние годы все более широко используется в различных сферах машиностроения. Особенно актуально ее использование в авиационной и космической сфере. Одним из элементов вакуумной технологической оснастки является вакуумный стол. Прижимная сила в вакуумных столах создается из-за разницы давлений между сильно разреженной средой, создаваемой под деталью, и атмосферным давлением, прижимающим деталь сверху к столу. На поверхности вакуумного стола происходит закрепление заготовки, и из-за этого поверхностный слой вакуумного стола повреждается в процессе обработки. При использовании вакуумных столов появляется возможность закреплять детали сложной конфигурации, детали с малой жесткостью и большими габаритами. Использование стандартных промышленных станочных приспособлений и технологической оснастки малоприменимо в таких условиях. В результате этого, вакуумные столы, порой, являются единственной оснасткой, способной закрепить заготовку.

В производстве и применении вакуумных столов большим спросом пользуются приспособления крупных размеров, ввиду того, что на данных приспособлениях появляется возможность закреплять крупные детали, проводить обработку сразу нескольких заготовок или обрабатывать детали сложных геометрических форм. В связи с множеством вариантов форм заготовок, обрабатываемых на столе, возникает проблема, что

некоторые участки вакуумного стола, которые не участвуют в непосредственном закреплении детали, нагружают вакуумный насос вхолостую. Кроме повышения требуемого уровня производительности и уменьшения энергоэффективности вакуумной системы, возникает шум, пагубно влияющий на работников производства. В следствии этого, предлагается использовать такую систему, которая может работать от менее производительного насоса, будет более энергоэффективна и не будет создавать большое количество шума.

Согласно поставленной задаче предлагается использовать следующий вариант: вакуумная полость, находящаяся под рабочей поверхностью стола, разделена на множество взаимосвязанных подкамер, каждая из которых сообщается с соседними через клапаны и имеет отверстия, проходящие через рабочую поверхность. Каждый клапанный элемент может закрывать проход за счет силы всасывания, приложенной из соответствующей вакуумной подкамеры, когда над ней не находится заготовка. За счет разницы давлений и происходит закрывание прохода клапаном.

Вакуумный стол, сконструированный в соответствии с вышеизложенными особенностями, создает вакуум только под местом, которое закрыто изделием, и блокирует вакуум от всасывающих отверстий. Таким образом, такое вакуумное приспособление, существенно снижает количество необходимого уровня производительности насоса, а также уменьшает количество шума, производимого во время работы устройства.



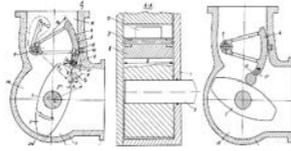


Рисунок 2 – Модифицированный роторный насос

Главная задача патента [2] достигается за счет монтажа внутри корпуса ротора заслонки, которая снабжается опорной частью. Эта заслонка закрепляется со стороны ротора, учитывая возможность уменьшить угол поворота. Постоянное соприкосновение с ротором, что обеспечивает герметичность, происходит за счет пружины, прижимающей заслонку к ротору. Цилиндрический элемент соединяется с заслонкой при помощи оси или упругой пластины. Преимуществами данного насоса является: простота системы, высокий коэффициент прочности, дешевизна и легкость обслуживания.

Авторами данной статьи предлагается повысить прочностные характеристики роторного насоса, за счет уменьшения трения внутри камер путем добавления в механизм насоса заслонки, снабженной пружинным элементом. Проектируемая заслонку будет легко обслуживать и производить монтаж\демонтаж. Предлагаемая модификация позволит использовать насос для перекачки газов. При этом следует добавить между валом заслонки (5) и корпусом насоса резиновый уплотнитель, который повысит герметичность системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Российский патент 1995 года по МПК F04C2/356, Валитов М. З. RU2037661C1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [patenton.ru/patent/RU2037661C1](http://patenton.ru/patent/RU2037661C1).
2. Российский патент 1995 года по МПК F04C2/356 Валитов М.З. RU2031250C1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [patenton.ru/patent/RU2031250C1](http://patenton.ru/patent/RU2031250C1).

УДК 621.515.1

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ  
ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА ПУТЕМ  
УВЛАЖНЕНИЯ ПОДАВАЕМОГО ВОЗДУХА**

*Шатило Е. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Производительность компрессора – это характеристика под которой подразумевают количество объема сжатого воздуха, который способен помещать компрессор и выпускать за один цикл всасывания.

Причинами, снижающими производительность компрессора, являются износ поршней, разработка цилиндров больше нормы, заедание поршневых колец и пропуски всасывающих или нагнетающих клапанов.

На производительность компрессора влияет уменьшение температуры как газа на входе, так и компрессоров в целом. Это приводит к снижению затраченной работы. Так же при применении данного метода не образовывается нагар в клапанах и поршневых кольцах. Концепция охлаждения гарантирует условия для нормальной смазки цилиндров и безопасной работы компрессоров [1].

Так же на практике кроме понижения температуры применяют способ увлажнения всасываемого газа. Рассмотрим этот способ на примере установки с центробежным компрессором. Засасываемый с атмосферы через воздухопровод воздух компрессором необходимо направить через фильтр, тем самым провести очищение от примесей. Сжимаемый воздух подается в нагнетательный воздухопровод, затем он следует через охладитель и поступает к сжатому воздуху станции. В связи с изменением плотности воздуха можно изменять количество работающих компрессоров, перенося компрессора в резерв, так в зимний период может работать 3 компрессора, а в летний 4.

При стандартных условиях  $1 \text{ м}^3$  воздуха весит 1,225 кгс. Стоит подчеркнуть, что плотность воздушной среды при  $+40 \text{ }^\circ\text{C}$  равняется  $1,13 \text{ кгс/м}^3$ , а при 0 значение увеличивается до  $1,29 \text{ кгс/м}^3$ . Применение увеличения влажности воздуха перед компрессором в летний период позволяет повысить работоспособность установки. Такая конструкция дает возможность уменьшить нагрев внешней среды, что в то же время повышает насыщенность атмосферы. Если влажность воздуха увеличить с 40 до 80 процентов, при нормальном атмосферном давлении и температуре внешней среды  $+30 \text{ }^\circ\text{C}$  дает возможность понизить температуру вплоть до  $22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , а со 20 % вплоть до 80 % дает возможность сократить температуру вплоть до  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Подобное увлажнение атмосферы дает возможность увеличить эффективность на 20 %. Для увлажнения может быть использован механический распылитель с подвижными дисковыми пластинами, на которых образуется тонкий слой воды, потом следует срываясь с внешнего края диска, она попадает в генератор аэрозольных частиц и в виде тумана соединяясь с воздухом. Этот способ не нуждается в подготовке воды, что не влияет на энергопотребление, не засоряет форсунки, гарантирует необходимое мелкое распыление жидкости и более совершенное повышение влажности воздуха водой.

Использование данной конструкции даст возможность постоянно применять только 3 компрессора, но 4ый удерживать в запасе. Использование предлагаемого внедрения увлажнительной концепции дает вероятность повысить эффективность компрессора наиболее 20 % также значительно уменьшить удельное употребление электричества компрессионной конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дуров, В. С. Эксплуатация и ремонт компрессоров: справочное пособие / В. С. Дуров, З. З. Рахмилевич, Я. С. Черняк. – М: Химия, 1980. – 247 с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПНЕВМОЛИНИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫМ ЛИФТОМ

Шиговдинов А. О.

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Для проектирования пневмолинии для грузового лифта необходимо выбрать способ управления. Существует несколько способов управления рабочими органами: пневматический, механический, электропневматический, электромеханический.

При электромеханическом управлении золотник распределителя перемещает непосредственно электромагнит. Пневматическое управление происходит с помощью сжатого воздуха, который подается в управляющий канал пневмораспределителя. Механическое управление осуществляется концевыми выключателями, расположенными в крайних положениях хода пневмоцилиндра. Электропневматическое (пилотное) управление – электромагнитное поле катушки управляющего распределителя (пилота) воздействует на якорь электромагнита, который переключает распределительный элемент основного распределителя [1].

Типовая схема управления пневмоцилиндром представлена на рисунке 1.

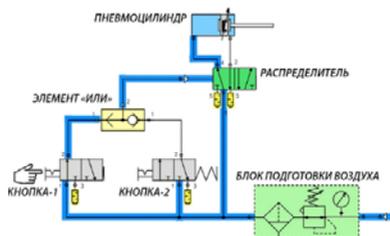


Рисунок 1 – Типовая схема управления пневмоцилиндром

Данная схема подходит для управления только одним пневмоцилиндром. При подключении параллельного пневмоцилиндра возможна неравномерная подача сжатого воздуха, что может привести к перекосам и заклиниваниям системы.

Была поставлена задача спроектировать пневматическую линию управления подъема – опускания грузовой каретки двумя пневмоцилиндрами без использования электропневмоавтоматики.

Для решения проблемы следует объединить объемы пневмоцилиндров и запитать их через общий пневмораспределитель, а также включить в схему управляемый обратный клапан для равномерной подачи воздуха в оба пневмоцилиндра. Готовый вариант блока управления исполнительными механизмами представлен на рисунке 2.

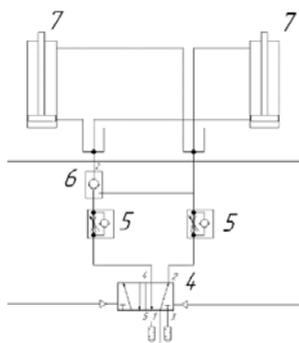


Рисунок 2 – Готовый блок управления исполнительными механизмами

При этом стравливание воздуха из нерабочих полостей пневмоцилиндров также будет происходить равномерно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Герц, Е. В. Пневматические приводы. Теория и расчет. – М.: Машиностроение, 1969. – 360 с.

## **РЕКУПЕРАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ КОМПРЕССОРА**

*Шкадрович И. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Сжатие воздуха в компрессоре сопровождается выделением тепла. Для того, чтобы обеспечивать эффективный технологический процесс необходимо предусмотреть систему охлаждения сжатого воздуха перед тем, как он поступит в трубопровод, а затем далее в систему. Охлаждение выполняется либо с привлечением внешнего воздуха, либо системой водяного охлаждения, которая использует водопроводную, проточную или техническую воду и может быть, как открытого, так и закрытого типа [1].

В большинстве компрессорных установок значительная часть тепловой энергии тратится впустую, но есть возможность экономии энергии методом ее рекуперации. Рекуперация – это возврат энергии для повторного использования в том же технологическом процессе.

На предприятии ОАО Бумажная фабрика «Спартак» установлены компрессора REMEZA BK-50. При работе компрессорной установки BK-50 происходит значительный нагрев воздуха до 90–120 °С. Энергия нагретого воздуха в результате его охлаждения в промежуточном или конечном охладителе утилизируется в атмосферу. Охладители сжатого воздуха, как правило, конструктивно выполняют по схемам воздух-вода. Нагретая в охладителе вода или атмосферный воздух могут быть направлены по трубопроводам для обогрева вспомогательных производственных помещений в зимний период, либо для получения горячей воды для технических нужд. Отвод тепла в летний период происходит путем переключения заслонки (см. рисунок 1).

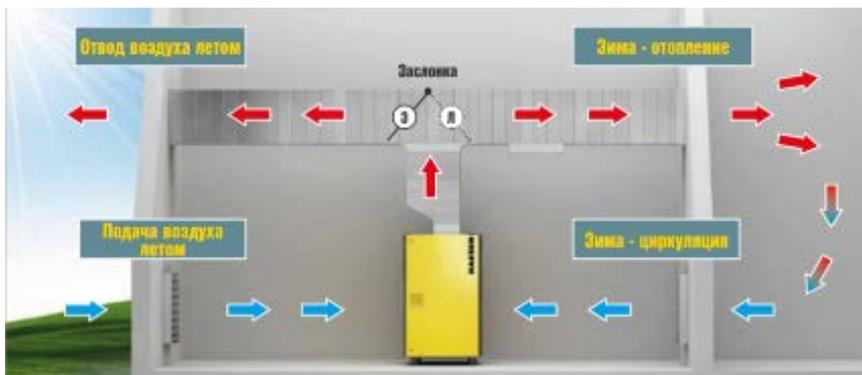


Рисунок 1 – Предлагаемая воздушная схема рекуперации

Система рекуперации тепла позволяет снизить себестоимость выпускаемой продукции, сэкономить энергоресурсы, сократить срок окупаемости нового компрессорного оборудования, увеличить срок службы компрессорного оборудования, улучшив систему охлаждения. Срок окупаемости вложений в рекуперацию энергии обычно не превышает 1–2 лет [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рекуперация энергии в компрессорных системах [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://dalgakiran.su/stati-i-publikacii/rekuperaciya>. Дата доступа: 17.09.2021.

2. Системы рекуперации тепла [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <https://www.kaeser.com/int-ru/download.ashx?id=tcm:158-5939>. Дата доступа: 18.09.2021.

УДК 669.049.44

## **КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИШЕНИ ПРИ МАГНЕТРОННОМ РАСПЫЛЕНИИ**

*Щаврук А. А., Мацкевич Э. П.*

*Научный руководитель: канд. техн. наук*

*доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из наиболее распространенных методов нанесения тонких пленок на подложки большой площади является магнетронное распыление, для чего были разработаны разнообразные конструкции магнетронно-распылительных систем (МРС), состоящих из анода, распыляемого катода и системы магнитов.

По форме распыляемые мишени существуют двух типов: планарные и цилиндрические вращающиеся.

В первом случае МРС включает в себя магнитный блок, представляющий собой плоский магнитопровод с двумя протяженными постоянными магнитами и распложенный снизу катод, представляющий собой плиту распыляемого материала (см. рисунок 1). Недостаток данной системы - распыление материала только в пределах узкой кольцеобразной области с коэффициентом использования до 26 % [1].

Для того чтобы повысить коэффициент использования мишени, можно использовать МРС с вращающимся цилиндрическим катодом. Внутри него расположен магнитный блок, непрерывное вращение катода относительно магнитного блока позволяет повысить коэффициент использования мишени до 80 % [2].

На рисунке 2 изображена МРС с вращающимся катодом, состоящая из следующих элементов: вращающегося цилиндрического катода в виде трубы из распыляемого материала, магнитной системы, расположенной в полости катода и включающей в себя магнитопровод и постоянные магниты.

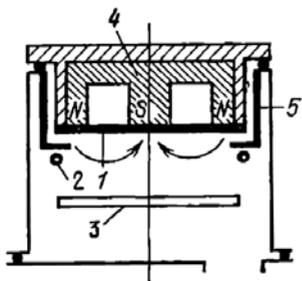


Рисунок 1 – MPC с планарным катодом: 1 – катод; 2 – анод; 3 – подложкодержатель; 4 – магнитная система; 5 – экран

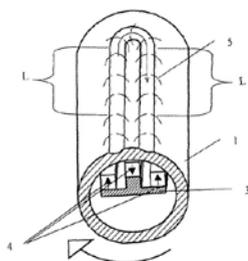


Рисунок 2 – MPC с вращающимся катодом: 1 – катод; 3 – магнитопровод; 4 – постоянные магниты; 5 – магнитное поле

Для увеличения размера зоны равномерного распыления увеличивается магнитное поле над поверхностью мишени на участках длиной  $L$ , что достигается использованием магнитов разной остаточной индукции магнитного поля.

Таким образом, благодаря достаточной вариации числа магнитов с различной степенью индукции магнитного поля, которые используются на концах MPC с вращающимся катодом, можно добиться эффективного увеличения зоны нанесения однородного покрытия [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. R. Kukla, Magnetron sputtering on large scale substrates: an overview on the state of the art // *Surface and Coating Technology*, 93 (1997) p. 1–6.

2. Магнетронное устройство распыления для осаждения тонкой пленки на подложку и способ осаждения / П. А. Сик, Р. Д. Хилл, Д. Л. Воссен, С. К. Шульц // Патент РФ № 94022474, 1996.

УДК 621.785.532

## УСТАНОВКИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ С «ТЕПЛЫМИ» И «ХОЛОДНЫМИ» СТЕНКАМИ

Юрьев В. Д.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Босяков М. Н.

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

В данной статье будут рассматриваться установки ионно-плазменного азотирования, а также положительные и отрицательные стороны каждой из установок.

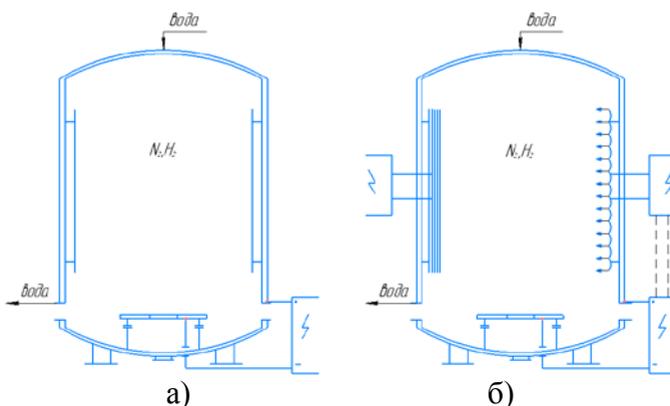


Рисунок 1 — Схематичное изображение вакуумных камер с «холодной» и «горячей» стенками

В настоящее время на предприятиях для повышения твердости материалов используется метод ионно-плазменное азотирование преимущественно стальных, а также чугунных деталей в установках с «теплыми» и «холодными» стенками (см. рисунок 1). Данный метод наиболее предпочтительней, поскольку, при ионно-плазменном азотировании детали не

подвергаются существенному термическому воздействию, при этом значительно увеличивается твердость поверхностного слоя детали. Также не стоит забывать, что в данном технологическом процессе размеры деталей не изменяются, что позволяет полировать детали сразу после азотирования.

Вакуумная установка с «холодными» стенками предусматривает в самой конструкции двух- или трехслойный теплозащитный экран. Данный экран не позволяет протекать теплообмену между окружающей средой и теплотой в вакуумной камере. Нагрев садки в данной установке осуществляется с помощью тлеющего разряда, который обеспечивает температуру в данном объеме до 600 °С.

В установках с «горячими» стенками также используется нагрев камеры с помощью тлеющего разряда, но вместо теплозащитных экранов применяется подогрев самой обечайки вакуумной камеры. В данных установках нагрев садки – комбинированный, то есть, первоначально разогревают саму стенку и детали до 200–300 °С, а при достижении определенного вакуума к нагреву подключается частичный тлеющий разряд, и это позволяет достичь больших температур, нежели, чем используя установку с «холодными» стенками.

Для повышения производительности азотирования применяют охлаждение: непосредственно в саму вакуумную камеру – вне ее устанавливается вентилятор, и в вакуумную камеру напускается азот под давление 0,7–0,8 атм.

Вакуумная установка с «горячими» наиболее предпочтительна, поскольку, при эксплуатации вакуумной установки с «холодной» стенкой необходимо повышать мощность плазмогенератора, а это влечет за собой увеличение мощности тлеющего разряда, в следствии чего увеличится дугообразование, что задержит темп разогрева и приведет к нарушению целостности поверхностного слоя детали.

УДК 533.599

## **ЗАЩИТА ВАКУУМНЫХ КАМЕР ПРИ НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ КИБ**

*Яцынович С. А.*

*Научный руководитель: канд. тех. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из наиболее распространенных методов нанесения вакуумных покрытий является вакуумно-дуговой (метод катодно-ионной бомбардировки), заключающийся в зажигании сильноточным разрядом дуги, перемещающейся по катоду и расплывающейся с последующей ионизацией паров материала и их конденсацией на мишени-аноде.

Данный метод позволяет наносить карбиды, нитриды и оксиды титана, хрома, молибдена, алюминия и находит широкое применение для нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент. Метод универсален, обеспечивает высокую адгезию покрытия к основе и производительность.

При всех достоинствах метода, он имеет существенный недостаток – материал катода распыляется также на стенки камеры, что приводит к увеличению расхода материала и создает потребность в очистке камеры после работы, либо использованию защитных экранов из фольги или нанесения краски на стенки камеры с последующим ее удалением. Данное обстоятельство увеличивает время простоя установок, усложняет процедуры технического обслуживания, увеличивает трудозатраты персонала и требует использования расходных материалов.

Решением данной проблемы может стать монтаж в камеру защитного сплошного экрана (см. рисунок 1, а) или в виде решетки (см. рисунок 1, б) с подачей на него катодного напряжения, таким образом, положительно заряженные ионы

распыляемого материала будут по мере приближения к экрану замедляться, что обеспечит их низкую адгезию с экраном и упростит его очистку или разворачиваться в сторону мишени, что снизит расход материала катода. После завершения процесса нанесения покрытия защитный экран снимается и очищается после чего снова готов к установке в камеру, что занимает меньше времени, чем чистка камеры и не требует постоянного расхода фольги или краски.

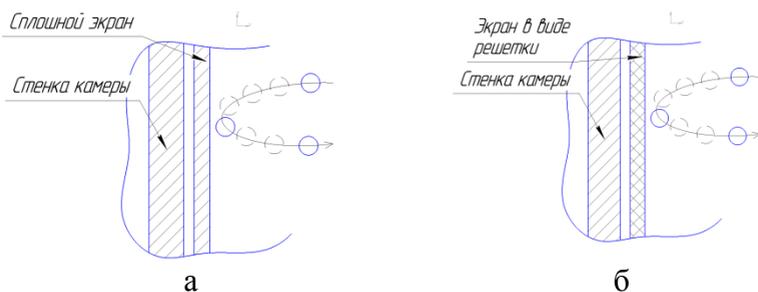


Рисунок 1 – Фрагмент стенки вакуумной камеры:  
а – стенка камеры со сплошным экраном;  
б – стенка камеры с экраном в виде решетки

Низкая адгезия ионов наносимого материала к поверхности экрана, вызванная одноименностью заряда, позволит проводить его очистку при помощи пылесоса. В силу низкой себестоимости, экономически целесообразно будет снабдить вакуумную камеру комплектом экранов, которые будут поочередно устанавливаться в камеру, пока остальные экраны комплекта очищаются, что позволит производить их обслуживание без прерывания производственного процесса, тем самым минимизируя время простоя установки.

# СОДЕРЖАНИЕ

## СЕКЦИЯ «ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ И ПЕДАГОГИКА»

<i>Близнюк А. В.</i> Особенности использования видеоконтента в курсах LMS MOODLE для реализации образовательных программ переподготовки.....	3
<i>Близнюк А. В.</i> Применение цифровых сервисов при обучении в ONLINE режиме.....	5
<i>Волохонович А. П.</i> Этические нормы педагога в контексте неопределенности мира.....	7
<i>Бруй А. И., Ходор А. Э.</i> Факторы, влияющие на адаптацию студентов.....	9
<i>Бруй А. И., Ходор А. Э.</i> Логическое структурирование учебного материала дисциплины.....	11
<i>Бекасов Д. В., Данилов П. В.</i> Интерактивная доска как современное техническое средство обучения.....	13
<i>Водопьянов И. И.</i> Анализ современных компьютерных программ для контроля знаний.....	15
<i>Гаврилова О. А.</i> Использование имитационных методов обучения в процессе формирования конфликтологической компетентности у студентов.....	17
<i>Гапанович Д. С.</i> Профориентационная работа в условиях научно-образовательного кластера БНТУ.....	19

<i>Кавцевич М. Г.</i>	
Проектирование ЭУМК по учебной дисциплине «Методика производственного обучения».....	21
<i>Конопацкая Т. В.</i>	
Организационно-педагогические условия преподавания.....	23
<i>Ким А. А.</i>	
Развитие подростков в коллективе.....	25
<i>Ковалевич А. М.</i>	
Коммуникативная компетентность будущих педагогов-инженеров как предпосылка эффективной кураторской работы.....	27
<i>Кравцов А. К.</i>	
Пути совершенствования SOFT SKILLS будущего специалиста.....	29
<i>Кравцов А. К.</i>	
SOFT SKILLS и успешность преподавательской деятельности.....	31
<i>Кротова-Приймакова Ю. С.</i>	
Роль профессиональной мотивации в процессе подготовки к конкурсу профессионального мастерства.....	33
<i>Кротова-Приймакова Ю. С.</i>	
Креативный характер профессионального образования.....	35
<i>Куземко М. М.</i>	
Этапы развития педагогического коллектива на примере подразделений БНТУ.....	37
<i>Лабкович Е. П.</i>	
Рефлексивный мониторинг как лично-ориентированная образовательная технология подготовки педагогов.....	41

<i>Li Yingqi</i>	
Pedagogical conditions for the implementation of an individual approach in the course of training a musician teacher.....	43
<i>Лу Лу</i>	
Methodology of value-motivational quality management of education at the university (on the example of faculty of engineering and education).....	45
<i>Михасик Е. И.</i>	
Электронный учебно-методический комплекс как средство обучения в системе непрерывного образования.....	49
<i>Тисецкий С. В.</i>	
Состав интеллектуальной сферы обучающихся профессиональной школы.....	52
<i>Трус Е. С.</i>	
Электронное учебное издание: виды и возможности применения.....	54
<i>Трус Е. С.</i>	
Электронное учебное издание: понятие и особенности разработки.....	56
<i>Храновская Н. В.</i>	
Умение критиковать как элемент конфликтной компетентности педагога.....	59
<i>Хох А. С.</i>	
Применение современных педагогических технологий на уроках производственного обучения....	60
<i>Чернецкая А. В.</i>	
Значимость формирование зрительных образов у будущих педагогов-инженеров с использованием видеометода на учебных занятиях по производственному обучению в БНТУ.....	62

<i>Чанг Мэнвэй</i>	
Formation and development of professional competence of teachers-engineers in the system of continuous pedagogical education.....	64
<i>Чжу Мяо</i>	
Designing the educational process of the university based on mental characteristics of modern students.....	68
<i>Шмакова Т. С., Гутько Е. С.</i>	
Эффективность учебной деятельности на лабораторных занятиях при использовании рабочей тетради по учебной дисциплине «Теоретические основы электротехники».....	72
<i>Шатило Д. А.</i>	
Влияние доминирующего вида восприятия информации на успеваемость студентов.....	74

### *СЕКЦИЯ «МЕТОДОЛОГИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»*

<i>Абрамович Е. Д.</i>	
Графический интерфейс пользователя. GUI: оригинальные элементы.....	76
<i>Бабицкая Э. С., Каминская И. В.</i>	
Компьютерная игра, как фактор жизнедеятельности человека.....	82
<i>Бабицкая Э. С., Каминская И. В.</i>	
Возможности дополненной реальности в образовательном процессе.....	84
<i>Бабицкая Э. С., Каминская И. В.</i>	
Целесообразность использования режима гибернации.....	87
<i>Вагин Д. И., Андреев М. А.</i>	
Программы трехмерной графики как основной инструмент графического дизайна.....	89

<i>Вансович Д. И., Кондратьева Н. А.</i> Разработка и использование вебсайта «Электронный журнал» в организации учебного процесса студентов БНТУ.....	92
<i>Василевская В. А., Гурская Д. А.</i> Применение в обучении информатике частично-поискового метода.....	94
<i>Василевская В. А., Гурская Д. А.</i> Сетевая модель данных.....	97
<i>Василевская В. А., Гурская Д. А.</i> Системное время компьютера.....	100
<i>Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.</i> Средства фотореалистичной визуализации в обучении.....	103
<i>Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.</i> Особенности логических компьютерных игр.....	106
<i>Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.</i> Использование воксельной графики.....	108
<i>Гордиенко Д. А., Малиновская Д. А.</i> Картотека логических игр на развитие словарного запаса.....	110
<i>Гурская Д. А., Василевская В. А.</i> Выбор SQL-базы.....	113
<i>Гурская Д. А., Василевская В. А.</i> Методика изучения компьютерной графики.....	115
<i>Гурская Д. А., Василевская В. А.</i> Текстовый анализ в современном мире.....	118
<i>Дорогокупец И. В., Степанова О. В.</i> Особенности различных видов печатной рекламной продукции.....	120
<i>Животкевич Э. Ю.</i> Информационная безопасность в образовании.....	122

<i>Каминская И. В., Бабицкая Э. С.</i> Выявление личностных качеств программиста и способы их развития.....	125
<i>Каминская И. В., Бабицкая Э. С.</i> Создание пользовательского языка программирования.....	127
<i>Каминская И. В., Бабицкая Э. С.</i> Технологии трекинга дополненной реальности: AR-маркеры.....	129
<i>Малиновская Д. А., Гордиенко Д. А.</i> Обучение информатике с учетом здоровьесберегающих технологий.....	132
<i>Михасик Е. И.</i> Условия формирования профессиональных компетенций будущих педагогов-программистов специальности 1-08 80 08 Научно-педагогическая деятельность.....	134
<i>Нуриллов К. А., Юсько И. А.</i> Модульная технология в обучении информатике.....	139
<i>Нуриллов К. А., Песняк И. М.</i> Современные подходы в методике преподавания информатики.....	142
<i>Нуриллов К. А., Юсько И. А.</i> Задачи методики преподавания информатики как учебной дисциплины.....	144
<i>Песняк И. М.</i> Способы повышения эффективности обработки данных в реляционных БД на примере СУБД MySQL.....	146
<i>Соколовская О. Н.</i> Использование программного обеспечения Chemsketch при углубленном изучении химии.....	149
<i>Юсько И. А., Нуриллов К. А.</i> Задачи методики преподавания информатики как учебной дисциплины.....	153

## СЕКЦИЯ «ПСИХОЛОГИЯ»

<i>Боровикова А. О.</i> Особенности брачно-семейных установок у молодых людей.....	156
<i>Бидзюра О. Ю.</i> Изучение психических состояний студентов.....	158
<i>Бондарь Е. В., Кандауров Н. В.</i> Изучение темперамента студентов в стрессовых ситуациях.....	160
<i>Видрук Д. А.</i> Сравнительная характеристика предпочтений студентов в процессе учебной деятельности в различных УВО Республики Беларусь.....	162
<i>Галенчик Л. В.</i> Изучение ситуативной и личностной тревожности у студентов.....	164
<i>Дубинка Г. Ю.</i> Юмор в жизни студентов.....	166
<i>Жизневская М. В.</i> Проявление синдрома эмоционального выгорания у студентов в процессе профессионализации.....	168
<i>Змитроченко О. А.</i> Показатель развития способностей у студентов, как фактор проявления успешности в приобретении профессиональных знаний, умений и навыков.....	171
<i>Кобель А. О.</i> Воздействие воспитания на самооценку ребенка и его самоощущения во взрослой жизни.....	175
<i>Кусакова С. С.</i> Влияние видеоигр на студентов.....	177
<i>Лазаренко П. О., Гиндина Я. А.</i> Психологическая готовность студентов к здоровому образу жизни.....	180

<i>Маркитантов Н. Р.</i> Экологическое сознание и готовность использования экологически чистых технологий.....	182
<i>Шардыко Е. П.</i> Способы и функции психологической защиты студентов.....	184

### *СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

<i>Августовский П. А.</i> Применение вакуумно-дугового испарения для нанесения покрытий на основе оксинитрида титана на артериальные стенты.....	187
<i>Автух А. Л.</i> Уплотнение многоэлементного поршня компрессора холодильной установки.....	190
<i>Алексейчиков З. П.</i> Машины для литья под давлением.....	192
<i>Бабарико Д. И.</i> Вакуумные мусоропроводы.....	195
<i>Баран Ю. В.</i> Типы нагревателей для вакуумной формовки.....	197
<i>Винник И. О.</i> Модернизация вакуумной установки STRATNANOTECH VEGA – С.....	199
<i>Виноградов И. А.</i> Проектирование установки для нанесения вакуумных покрытий на внутреннюю поверхность трубопроводов.....	201
<i>Виноградов И. А.</i> Проектирование фланца и газового натекателя.....	203
<i>Виноградов И. А.</i> Модернизация клапанной коробки компрессора КТ-6....	205

<i>Виноградов И. А.</i>	
Модернизация системы смазки компрессора КТ-6.....	207
<i>Воробьёв Д. Д.</i>	
Восстановление коленчатого вала компрессора методом отжига.....	209
<i>Водопьянов И. И.</i>	
Современные композиционные и наноматериалы.....	211
<i>Ганусевич К. А.</i>	
Способ модернизации индивидуального доильного аппарата АИД-2.....	213
<i>Герасимович П. А.</i>	
Проект вакуумно-пневматического робота-манипулятора.....	215
<i>Голенко А. С.</i>	
Коэффициент использования материала мишени.....	217
<i>Горелый С. Д., Корзун А. Д.</i>	
Анализ методов изготовления катодов для получения многокомпонентных покрытий.....	219
<i>Гребенева К. А., Панок Е. О., Шатило Е. А.</i>	
Нанесение покрытий на лопатки компрессора.....	221
<i>Делендик М. В.</i>	
Анализ вакуумных печей для спекания металлов и керамики.....	223
<i>Делендик М. В., Сивак Д. И.</i>	
Анализ способов закрепления заготовок на сверлильно-фрезерно-расточных станках.....	226
<i>Еленёв Д. Н., Сяхович П. В.</i>	
Модернизация метода вакуумно-дугового нанесения покрытий.....	228
<i>Есипович Д. А.</i>	
Методы предотвращения обратного потока: форвакуумный насос.....	230
<i>Желтко В. А.</i>	
Устройство для вакуумной аспирации.....	232

<i>Ильин В. С., Аршавский В. С.</i> Устройство перемотки пленки установки «Рулон - 1000».....	234
<i>Ильин В. С., Аршавский В. С.</i> Разработка конструкции узла напыления для установки модели «Рулон-1000».....	236
<i>Кагало В. Г.</i> Особенности упрочняющей обработки длинномерных массивных деталей.....	238
<i>Кагало В. Г.</i> Конструктивное исполнение оснастки для упрочняющей обработки длинномерных массивных изделий.....	240
<i>Калюта И. В., Новохрост С. А.</i> Модернизация оборудования для пропитки древесины методом «вакуум-давление-вакуум».....	242
<i>Калюта И. В., Новохрост С. А.</i> Виды пропитки древесины.....	244
<i>Корзун А. Д.</i> Катод из высокоэнтропийных сплавов.....	246
<i>Корзун А. Д.</i> Покрyтия из высокоэнтропийных сплавов.....	248
<i>Коротченя М. А.</i> Нанесение DLC покрытий методом PECVD.....	250
<i>Кохан Ю. В.</i> Модернизация компрессорного оборудования ОАО «Газпром трансгаз».....	252
<i>Кукишев А. А.</i> Применение графена в смазочных материалах.....	254
<i>Мадолинский М. А.</i> Противопожарная система.....	256
<i>Маньковский Д. С.</i> Подбор температурных режимов для высокочастотного нагрева поверхности детали.....	258

<i>Маслов М. Ю.</i>	
Использование технологии «магнитных подшипников» в компрессорном оборудовании.....	260
<i>Мацкевич Э. П.</i>	
Технология формирования алмазоподобного покрытия на хирургический инструмент.....	262
<i>Мацкевич Э. П.</i>	
Вакуумная установка для формирования алмазоподобного покрытия методом лазерной абляции.....	264
<i>Мацкевич Э. П.</i>	
Влияние магнитной системы на коэффициент использования мишени.....	267
<i>Мацкевич Э. П.</i>	
Увеличение коэффициента использования мишени путем смещения магнитных контуров цилиндрического магнетрона.....	269
<i>Мелешкевич Р. П., Клименок М. Ю.</i>	
Обзор технологии формирования покрытий методом вакуумно-дугового осаждения.....	271
<i>Мещеряков М. В.</i>	
Аэротенк для блока биологической очистки на очистных сооружениях.....	273
<i>Мещеряков М. В.</i>	
Блок биологической очистки сточных вод.....	275
<i>Мисуно А. А.</i>	
Использование центробежных насосов в расходомерных установках.....	277
<i>Нехвядович М. Е.</i>	
Молекулярно-лучевая эпитаксия.....	279
<i>Новохрост С. А., Калюта И. В.</i>	
Проектирование оснастки для сушки древесины.....	281
<i>Опиок А. А.</i>	
Оборудование для ионного азотирования.....	283

<i>Пантеенко В. Е.</i>	
Вакуумная металлизация текстильных материалов.....	285
<i>Петров С. В.</i>	
Проблемы тэнового нагрева подложек в вакуумных установках.....	287
<i>Печковский В. М.</i>	
Способы изготовления триплекса и устройства для его осуществления.....	289
<i>Погадаев В. А.</i>	
Проектирование планетарной оснастки.....	291
<i>Погадаев В. А.</i>	
Проектирование узла поворота планетарной оснастки.....	293
<i>Погадаев В. А.</i>	
Монтаж спроектированной оснастки в вакуумную камеру.....	295
<i>Погадаев В. А.</i>	
Принцип действия планетарной оснастки для магнетронного распыления.....	297
<i>Подберёзко П. М.</i>	
Модернизация клапана фишера.....	299
<i>Ралло Ф. Н.</i>	
Проверка работоспособности спроектированного комбинированного насоса.....	301
<i>Ралло Ф. Н.</i>	
Схема и порядок сборки комбинированного насоса....	303
<i>Ралло Ф. Н.</i>	
Расчет основных технических характеристик спроектированного комбинированного насоса.....	306
<i>Родькин Д. Г., Жуевская С. Е.</i>	
Конструкция приводов вращения.....	308
<i>Родькин Д. Г., Жуевская С. Е.</i>	
Конструкция оснастки для напыления покрытий на сферические изделия вакуумно-плазменным методом.....	311

<i>Родькин Д. Г., Жуевская С. Е.</i>	
Вакуумный водоохлаждаемый токоввод.....	314
<i>Сергеев М. Н.</i>	
Применение сжатого воздуха для очистки воды.....	316
<i>Серко А. В., Грицук А. А.</i>	
Специализированная технологическая внутрикамерная оснастка для высокотемпературной химико-термической обработки.....	318
<i>Серко А. В.</i>	
Конструктивное исполнение вакуумных камер шахтного типа установок ионного азотирования.....	320
<i>Сечко И. А., Яцынович С. А.</i>	
Маска для искусственной вентиляции легких с вакуумной фиксацией.....	322
<i>Сечко И. А.</i>	
Уменьшение потерь материала катода при нанесении покрытий методом КИБ.....	324
<i>Сивак Д. И.</i>	
Плазменная резка металлов.....	326
<i>Сивак Д. И., Делендик М. В.</i>	
Особенности станков на основе механизмов параллельной структуры.....	328
<i>Сильченко В. С.</i>	
Конструктивные решения проблемы запыления смотровых окон вакуумных камер.....	330
<i>Сильченко В. С.</i>	
Конструкция устройства для визуального контроля и внутрикамерной обработки.....	332
<i>Сяхович П. В.</i>	
Компановка вакуумной камеры модернизированной установки ВУ-1А.....	335
<i>Телюк И. А., Бабарико Д. И.</i>	
Вакуумная формовка.....	337

<i>Телюк И. А.</i>	
Использование клапана Теслы в качестве профиля рабочей поверхности конденсационных вакуумных ловушек.....	339
<i>Фёдоров А. В.</i>	
Проектирование пневматической линии ОАО «ТАИМ».....	341
<i>Хомич А. А.</i>	
Типовая схема вакуумного стола.....	343
<i>Хомич А. А.</i>	
Вакуумный стол с разделенными подкамерами.....	345
<i>Шаблинский А. О., Шатило Е. А.</i>	
Модернизация роторного насоса.....	347
<i>Шатило Е. А.</i>	
Повышение производительности центробежного компрессора путем увлажнения подаваемого воздуха.....	349
<i>Шиговдинов А. О.</i>	
Проектирование пневмолинии для управления грузовым лифтом.....	351
<i>Шкадрович И. А.</i>	
Рекуперация тепловой энергии компрессора.....	353
<i>Щаврук А. А., Мацкевич Э. П.</i>	
Коэффициент использования мишени при магнетронном распылении.....	355
<i>Юрьев В. Д.</i>	
Установки ионно-плазменного азотирования с «теплыми» и «холодными» стенками.....	357
<i>Яцынович С. А.</i>	
Защита вакуумных камер при нанесении покрытий методом КИБ.....	359

Научное издание

**ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ  
В XXI ВЕКЕ**

*Материалы  
республиканской научно-практической конференции  
молодых ученых и студентов*

*(25–26 ноября 2021 г.)*

Подписано в печать 15.12.2021. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 21,80. Уч.-изд. л. 17,05. Тираж 185. Заказ 758.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.