



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический  
университет»  
ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»

Профессионально-педагогический институт  
Кафедра Автомобильного транспорта, информационных технологий и  
методики обучения техническим дисциплинам

Профессиональное обучение (по отраслям)  
Направленность (профиль): Транспорт 44.03.04

Учебно-методическое обеспечение лекционных занятий по дисциплинам  
профессионального цикла в организациях СПО

Выпускная квалификационная работа

Проверка на объем заимствований:

51,1 % авторского текста

Выполнил:

студент

ЗФ 409/082-4-1 группы

Чернов Сергей Васильевич

Научный руководитель:

к.т. н., доцент

Хасанова Марина Леонидовна

Работа рекомендована к защите

« 15 » июня 2017 г.

Зав. кафедрой АТ, ИТиМОТД

\_\_\_\_ к.т.н., доцент, Руднев В.В.

Челябинск  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ИННОВАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ.....	9
1.1 Содержание инновационных процессов профессионально-педагогической деятельности.....	9
1.2 Теоретические основы создания современных электронных слайд фильмов для использования в учебном процессе.....	23
2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕКЦИОННОГО ЗАНЯТИЯ «РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ КОМПРЕССОРОВ».....	33
2.1 Компрессоры, принцип работы и области их применения.....	33
2.2 Автомобильные компрессоры.....	63
2.3 Рабочие процессы поршневых компрессоров.....	66
2.4 Методическая разработка для проведения лекции по теме «Рабочие процессы компрессоров».....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	765
ГЛОССАРИЙ.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Инновационные процессы в науке, производстве, обществе определяют качественные изменения в профессиональной деятельности современных специалистов, что требует развития их профессиональной компетенции в единстве с подготовкой их к инновационной деятельности.

Развитие инновационных процессов в профессиональном педагогическом образовании, связанных с развитием инновационных процессов в области техники, технологии, экономики, промышленности, общества, эти процессы приобретают особый характер и определяют специфику формирования высокопродуктивных творческого человека, способного эффективно инновации. Готовность к инновациям рассматривается в качестве необходимого качества универсальной личности, профессиональной, основным условием для эффективной профессиональной работы в сфере высоких технологий инновационного общества [2].

Исследование показало, что усилия многих педагогов направлены на разработку и оптимизацию педагогических систем подготовки специалистов, в том числе и педагогов профессионального обучения, к инновационной деятельности в соответствии с инновационным развитием общества.

Цель исследования заключается в разработке учебно- методического обеспечения лекционных занятий по дисциплине «Устройство автомобилей».

Исходя из цели исследования и выдвинутой гипотезы, были поставлены следующие задачи:

- раскрыть содержание инновационных процессов профессионально-педагогической деятельности;
- раскрыть особенности методики проведения лекционных занятий;

– – составить методические разработки и мультимедийное сопровождение лекционных занятий по дисциплине «Устройство автомобилей»;

– провести педагогический эксперимент.

На втором этапе разработана и апробирована лекция по теме «Рабочие процессы компрессоров» с применением компьютерных анимаций. Был проведен анализ текущего контроля по материалам данной лекции.

Результаты работы могут быть использованы для преподавания данной дисциплины в профессиональных учебных заведениях.

# 1 ИННОВАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ ДЛЯ СПО

## 1.1 Содержание инновационных процессов профессионально-педагогической деятельности

Рассмотрим основные блоки инновационно-образовательной среды педагогического вуза подробнее.

Первый блок содержит инновационные процессы профессиональной и образовательной деятельности, информацию для образовательных, технических, технологических, экономических, организационных и административных, социальных инноваций и опыта для инновационных профессиональных и образовательных мероприятий, которые становятся содержанием подготовки педагогов профессионального обучения [25].

Социальная и профессиональная инфраструктура обучения в СПО обеспечивает организационное и административное единство целенаправленной подготовки педагогов профессионального обучения и инновационной деятельности.

Социально-профессиональная инфраструктура создает широкие возможности участия в учебно-поисковой, научно-исследовательской, учебно-производственной, практической, экспериментальной, внедренческой деятельности студентов и организационно-управленческой, консультационной, экспертной, проектной деятельности педагогов. Таким образом, он является мощным инструментом для социализации и профессионализации будущих специалистов в качестве посредника на создание реальных профессиональных и образовательных ситуаций на рабочем месте и является инструментом для моделирования инновационных решений профессиональных задач. [23]

Социально-педагогическая профессиональная среда университета включает в себя инновационные исследования и образование, научные исследования, научно-исследовательские центры и лаборатории, которые регулируют научные теоретические и практические аспекты производства и подготовки инноваций, систематизируют поток инновационных процессов в инженерно-педагогических факультетах университетов ,

- Развитие социального партнерства образовательных, научных, промышленных, экономических и общественных организаций.

Научно-исследовательские центры и лаборатории, которые используются в различных исследованиях в приоритетных областях профессионального образования, производства, экономики, управления, социального сектора, ориентируясь на потребности региона и использования инновационных результатов в практике профессиональных учебных заведений разных уровней и научно-исследовательские центры и лаборатории [23]:

- Организовать осуществление и обеспечить основу для практических исследований и разработок, проектирования, экспериментальной реализации работ преподавателей и студентов;

- Предоставление экспертных знаний и рекомендаций по разработке научно-теоретической, методической, организационной, информационной, правовой поддержки инновационных проектов;

- Оценка качества образовательных инновационных проектов и уровень личностного и профессионального развития студентов в результате курса;

- Систематизированы опыт инноваций преподавателей и студентов, участвующих в разработке и коммерциализации результатов инновационной деятельности, содействие трудоустройству выпускников.

Научно-исследовательские и производственные центры и лаборатории в области профессиональной подготовки, направлены на создание в университетской среде как можно ближе к производству, что позволяет

осуществлять эффективную оперативную подготовку будущих педагогов профессионального обучения к инновационной деятельности.

Научно-производственные центры и лаборатории по направлениям инновационной профессиональной подготовки:

- обеспечивают базу и организуют выполнение практических учебно-производственных, научно-производственных, экспериментальных работ обучающихся, в том числе на базе сторонних организаций;

- организуют взаимодействие со сторонними организациями по разработке инновационных проектов в данной профессиональной области;

Предоставление экспертных знаний и рекомендаций по разработке научно-теоретической, методической, организационной, информационной, правовой поддержки инновационного развития производственных проектов;

Проведение коммерциализация (практические и распределения прибыли) инновационных научно-технических, технологических, организационных и управленческих развитие учителей и студентов в развитии производства.

Развитие социальной и профессиональной инженерной инфраструктуры педагогического университета позволяет [25]:

- обеспечить постоянную связь между наукой, образованием и промышленностью, и на этой основе будет выполняться постоянно обновлять содержание образования;

- обеспечить высокое качество профессиональной подготовки педагогов к инновационной деятельности, которая органично сочетает в себе базовую и профессиональную подготовку преподавателей с научной и промышленной экспертизы выпускник, расширяет свой профессиональный профиль, повышение профессиональной мобильности;

- улучшение развития учебно-методической базы и научно-практической поддержки инновационной подготовки профессиональной подготовки кадров учителей для начального и среднего образования;

- развитие системы непрерывного многоуровневого профессионального образования -;

- постоянное совершенствование научного производства, инноваций и образования, информации и технологической базы за счет сосредоточения ресурсов в рамках специализированных кафедр педагогического вуза;

- развитие инновационной деятельности межрегиональном и международном уровнях;

- своевременное и полностью отвечает образовательных, научных и культурных потребностей региона;

- обеспечение соблюдения корпоративных работников учебных и управленческих кадров инновационной деятельности на основе сотрудничества и партнерства;

- активное участие в разработке и реализации проектов по развитию отраслевой и региональной.

Педагогические и производственные технологии как элементы инновационной и образовательной среды вуза в то же время является важной частью содержания обучения и организации инструмента взаимодействия всех участников инновационного процесса обучения.

Множество инновационных педагогических и производственных технологий, используемых в процессе подготовки к инновационной деятельности, обеспечение высокого качества профессионального образования, создание условий для самореализации и саморазвития студентов и преподавателей. Эти инновационные педагогические технологии являются универсальными для подготовки педагогов профессионального обучения для инноваций в каждой области, а также инновационные технологии производства были выявлены, в зависимости от направления подготовки и уровня развития профессиональной области. Поэтому мы опишем основные инновационные педагогические технологии, используемые при подготовке педагогов профессионального обучения к инновационной деятельности и

является одним из компонентов инноваций и образования для обучения в средней школе. [15]

В качестве инновационных образовательных технологий, обеспечивающих овладение инновационного содержания образования и инновационных технологий производства, необходимо выделить дизайн технологии, модульный, контекст, активное обучение, творческие технологии, информационные и коммуникационные технологии, саморазвитие человеческой технологии.

Проблемой обучения на основе технологии активное взаимодействие субъектов образовательного процесса с проблемой, представленной содержанием образования, вступление в то же время объективные противоречия развития науки, образования, производства, социальной и профессиональной практики. Понятие ядра в пользу этих технологий проблемной ситуации, с которой имитируют условия студентов исследований. Содержание проблемного обучения разработана в форме образовательных проблем системы, процесс обучения разработан как диалогического общения и взаимодействия, в котором действия студентов, направленных на решение различных вариантов в зависимости от выбранного критерия задачи.

Использование технологий проблемного обучения при подготовке педагогов профессионального обучения к инновационной деятельности предполагает:

- Использование проблемных ситуаций в контексте предстоящей профессиональной деятельности, что способствует трансформации познавательной мотивации в профессиональном развитии личностных качеств, которые пригодны для дальнейших инноваций;

- Опыт обучения как субъективное открытие неизвестного ему знания, законы и условия;

- Формирование и развитие многовариантных решений проблем и профессиональных критериев оценки инновационной деятельности всех своих граждан.

Модульные технологии обучения разработаны с целью обеспечения приспособления дидактической системы к индивидуальным потребностям человека путем организации обучения и индивидуальной учебной деятельности. Эти технологии основаны на структурировании содержания образования, четком понимании всех элементов в последовательности дидактической системы (цели, содержание, обучение методы управления) в качестве модульной программы, структурной изменчивости организационно-методических единиц.

К модулю относится автономная организационно-методическая база, в том числе и дидактические цели логической единицы завершения учебных материалов (на основе индивидуальных и междисциплинарных связей) методическое руководство (включая учебные материалы) и систем управления.

В процессе подготовки педагогов профессионального обучения в области использования инновационной модульной технологии подходит, поскольку они позволяют:

- практиковать дидактическое единство интеграции и дифференциации учебного плана на всех этапах подготовки к инновационной деятельности;
- провести самостоятельный выбор изучения уровня сложности модульных программ, обеспечивая индивидуальную скорость усвоения;
- сместить фокус работы преподавателей с целью координации консультативных функций управления процессом исследований, проектирования, практической работы студентов;
- гарантировать гибкость, контроля и оценки, в зависимости от специфики программы обучения для инноваций.

Эти технологии основаны на принципах личного участия студентов в учебной деятельности; ведущей роли совместной деятельности и активного межличностного взаимодействия; единство обучения и воспитания профессиональной идентичности и включает в себя образовательную и профессиональную работу под постоянным действием и контролировать формирование профессиональной деятельности студента.

В процессе подготовки педагогов профессионального обучения для инноваций обучения контекстную технологии могут быть преобразованы в учебной деятельности студентов в инновационной специалист в области профессиональной деятельности; и осуществление обучения и исследований, а также исследований студентов с точки зрения интеграции научных, образовательных и практических мероприятий, В то время, опыт учебных организаций, которые используют эти технологии в различных формах (филиалы кафедр, производящих организацию в производстве непрерывных методов производства, создавать образовательные и промышленные комплексы). [13, 15, и т.д.]

Проекты методик обучения основаны на концепции проектирования и культурного творчества и предназначены для создания и развития проектного творчества студентов. [9] Проектное мышление - научное мышление на новой идее; на более позднем этапе - отбор идей - критическое мышление.

В процессе подготовки педагогов профессионального обучения в области использования дизайна и инновационных технологий для обучения, в основном, связанных с возможностями для моделирования будущих инноваций. Студент разрабатывает проект решения в реальной жизни, лично и социально значимые проблемы развития профессионально-технического образования с целью улучшения профессиональной специализации.

Это приводит к следующему:

- исследованию и систематизацию всех условий и факторов, влияющих на проблемы и инновационные решения;

- развитие навыков работы с информацией (поиск, классификация, установление истины и последовательности);

- создание студента как субъекта самостоятельной инновации профессиональной деятельности.

Использование творческих технологий для подготовки педагогов профессионального обучения к инновационной деятельности в творческих этапах исследования дизайна позволяет:

- сформировать педагогов субъективно приемлемой модели инноваций в области профессионального образования и специализации и выбора индивидуального стиля и технологических инноваций;

- разработать изменения инноваций и формирования подгонки оценки ряда критериев инновационной деятельности;

- обеспечить овладение методами и методами поиска решений необычными и спорными вопросами для будущей карьеры на основе инноваций.

Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) представляют собой совокупность методов, устройств и процессов, используемых компанией для сбора, обработки и распространения информации. Использование ИКТ для обучения развивается в трех основных областях: универсальное использование информационных технологий в учебном процессе, разработка компьютерных программ и учебных пособий, учебников, разработка специализированного программного обеспечения и учебных материалов на основе узкоспециализированного программного обеспечения [5]

Для подготовки педагогов профессионального обучения в области инновационной информационно-коммуникационных технологий:

- Оптимальная организация процесса обучения путем активизации индивидуальной работы студентов. ИКТ могут создавать открытые системы интенсивного обучения, когда обучающийся возможность выбрать

соответствующую программу для него и технологии обучения, т.е. Максимальная адаптировать систему в соответствии с индивидуальными потребностями и возможностями обучения. Это позволяет учитывать особенности содержания и организации инновационного проекта, координировать и контролировать коллективный характер ее развития и реализации с точки зрения взаимодействия между различными субъектами в инновационном процессе и индивидуализировать процесс обучения в исполнении учителя советников обязательства;

- Является мощным инструментом для обеспечения личного и профессионального развития учителей в процессе обучения как средство приема, обработки и распространения информации об инновационной деятельности;

- Включает в себя возможность создания и развития единого информационного образовательного пространства как пространства совместного инновационной деятельности на свои вопросы на основе современных информационных технологий, систем и обучения. В рамках единого информационного образовательного пространства становится возможным интеграция существующих ИТ-ресурсов, реализация совместных инновационных проектов, совершенствование системы управления непрерывного образования.

Технология коллективной индивидуальной умственной деятельности позволяет организовать процесс саморазвития будущего педагога профессионального обучения в рамках подготовки к инновационной профессиональной образовательной деятельности. Основная идея этой технологии проводится обучение при активной поддержке студентов с преподавателем и друг с другом, который постепенно развивает уровень способности потребностей всех участников образовательного процесса. Для того, чтобы обеспечить подготовку к инновационной профессионально-педагогической деятельности учителя организует разработки целевых поиска

рефлексивного пространства с участием студентов в системе образования, производства, социальные отношения определяют, как студенты и обмен знаниями и опытом в конкретных профессиональных и образовательных ситуациях, моделирующих реальное профессиональные проблемы. [24]

Подготовка педагогов профессионального обучения к инновационной деятельности достигается за счет использования этих технологий обучения, целесообразность их применения определяется целями и задачами конкретного этапа подготовки. Сочетание технологии открывает возможность реализации гибких индивидуальных образовательных программ для выполнения конкретное стажеров инновационного проекта.

Таким образом, инновации и образовательная среда структурируют социальную и профессиональную инфраструктуру, инновационные процессы в подготовке педагогов и инновационных технологий в процессе обучения и производства, интегрирующую физические, организационные, управленческие, технологические инструменты для решения проблем образования будущее подготовки учителей для инновационной деятельности.

Сочетание этих элементов и инновационной среды обучения для обучения в средней школе инженерных позволяет подготовку педагогов профессионального обучения к инновационной деятельности на качественно новый уровень. Существует повышенная мотивация для обновления преподавателей и студентов за их участие в соответствующих областях на основе инноваций, возможности для практического применения спроса на инновации и прямой оценки. Для этой инновационной и образовательной среды инженерно-педагогический университет должны охватывать все сферы профессиональной и педагогической подготовки и выступать в качестве источника инноваций и развития механизма действия субъектов.

## 1.2 Теоретические основы создания современных электронных слайд фильмов для использования в учебном процессе

Порой стоит нелегкая проблема выбора и освоения необходимого программного инструмента, обусловленная отсутствием у пользователей знаний о новых мультимедийных технологиях, нежеланием их осваивать либо просто растерянностью при большом выборе. Термин "мультимедиа", как правило, понимается как способность компьютерных систем, таких как обработка и вывод аудио, видео, информацию об изображении [8,10,18]. Когда творческая интеграция всех этих функций в единый цифровой среде имеет мультимедийный продукт - синтез знаний автора, а также функциональные возможности программного инструмента. компьютерная революция сбылась на наших глазах в последние два десятилетия, он не может повлиять на систему государственного образования. Учитывая мнение, что эта система приняла на компьютере, мы должны прежде всего отметить уникальность ситуации. С одной стороны, он является естественным объектом изучения, с другой стороны - он предоставил ценные технические ресурсы для обеспечения того, чтобы процесс общего образования.

Появление персональных компьютеров – это революционный прорыв на фронте развития информационных технологий. Компьютер обладает уникальной особенностью. С одной стороны, он является объектом изучения, а с другой – сам может служить техническим средством обучения [7,4]. Преподаватели используют компьютер для подготовки учебных документов, а учащиеся готовят с помощью компьютера домашние задания.

В преподавании приходится иметь дело с учебными документами, которые должны содержать не только текст, но и таблицы, формулы, графики, диаграммы и другие иллюстрации подобного рода. Однако, для многих людей, освоивших компьютер и основные программы (текстовые процессоры, графические редакторы и т.д.), переход к созданию комплексных документов не редко вызывает сложности. Отсюда возникает ряд трудностей в обычной учебной практике. Эти трудности связаны с тем, что иногда приходится

работать, используя специфические особенности программ не обычным способом. В то же время, использование соответствующих инструментов значительно упрощает работу многих людей до такой степени, что создание документа, богато украшены рисунками и иллюстрациями, это занимает больше времени, чем ввод и форматирование простого текста. Значительные практические методы освоить не сложно, а результаты вы можете получить значительное расширение объема работ, которые могут работать с компьютером (для разработки домашних заданий по предметам) [20].

Для грамотного специалиста мало только хорошо работать – нужно уметь наглядно представить результаты своего труда. Это включает в себя обучение студентов создавать презентации, когда различные иллюстративные материалы, используемые в презентации. Представляя среднюю передачу или доставку новой аудитории для информации, т.е. презентация в традиционном смысле этого слова - он продемонстрировал публичные выступления. Компьютерная презентация – это файл, в который собраны материалы выступления, подготовленные в виде компьютерных слайдов. При наличии проектора эти слайды можно проецировать на экран в увеличенном виде. К достоинствам слайдовой презентации можно отнести: последовательность изложения. При помощи сменяющихся слайдов легко удержать внимание аудитории; возможность воспользоваться официальными шпаргалками.

Если аудитория слушателей не большая, то показ можно осуществлять с экрана компьютера. Для больших аудиторий применяются либо большие экраны, либо проекторы. Готовя презентацию, надо учитывать возможности устройств (разрешающую способность, яркость, контрастность), на которой она будет показана.

Существует три способа проведения показа слайдов, управляемый докладчиком, управляемый пользователем и автоматический. При использовании слайдов, управляемых докладчиком, отображаются все слайды во весь экран (наиболее типичная ситуация), а презентацию обычно ведет

докладчик. Этот метод является наиболее подходящим для создания слайд-шоу отчета. [4] Полный контроль над презентацией: он может носить его вручную или в автоматическом режиме, чтобы остановить запись комментарии или действия, а также записывать звук во время презентации. Этот режим подходит для отображения презентации на большом экране или для презентации на конференции. Презентация - это не просто образ, это может быть элементы анимации, аудио и видео клипов; скопировано. Копии отчета один раз, так что каждый может получить презентационные материалы вручную; транспортабельность. Дискета с введением небольших плакатов с файла прокатки презентации можно легко отправлять по электронной почте или опубликовать в Интернете. [6] Из этого следует, что презентация представляет собой серию независимых сайтов, если текст и иллюстрации не помещаются на одной странице, избыток переносится на новую страницу, и проиграл. Распространение по страницам презентации, сделанного клиентом и в его распоряжении широкий спектр готовых объектов. Самое главное в подготовке презентации программы - это не количество необычных особенностей, а также простота реализации и степень автоматизации операций, которые должны выполняться чаще [16].

Можно отобразить панель инструментов Web, помогающую просматривать другие презентации и документы офис. Если использовать автоматический показ слайдов, то данный переключатель позволяет провести автоматическую презентацию, например, на выставке [13].

Для проведения автоматического показа слайдов на выставочном стенде или в другом подобном месте можно подготовить ее с расчетом недоступности большинства меню и команд и автоматического повторения слайдов в непрерывном цикле. Автоматические презентации представляют собой удобный способ распространения информации в виде показа слайдов, осуществляемого без учителя. Проводя показ слайдов на первый план необходимо выдвигать содержание.

Музыка, которая зазвучит во время перехода или анимации сконцентрирует внимание учеников на показываемых слайдах. Однако, злоупотребление звуковыми эффектами, может отвлечь внимание от важных моментов.

Приведу наиболее частые ошибки и рекомендации разработчикам презентаций: Обилие текста на одном слайде плохо читаемо и утомляет зрителя. Текст должен не только передавать информацию, но и быть частью дизайна страницы. Иногда достаточно выделить фрагменты такого необычного шрифта текста гарнитуры. Разделите текстовые блоки в виде больших и распространяться на несколько слайдов. В противном случае, добавить слайд в истории, хотя она занимает немного больше времени и усилий, кроме того, вы должны иметь микрофон, хорошая дикция и базовые знания в области аудио записи и воспроизведения форматов. Не следует использовать эффекты анимации резкое изменение в позиции текста. Пользователь устал текст чеканка, прыгает на экране. Чрезмерное анимации или полное ее отсутствие - две крайности в использовании действительно эффективных возможностей Power Point.

Умелое сочетание анимации, текста и графики - это творческий процесс. Назначают эффект анимации - это создать определенное настроение у слушателя, что способствует лучшему пониманию предмета, который может быть текст и графику.

Использование только текста тоже утомляет зрителя. Графика, фото с анимацией или без нее значительно улучшает степень восприятия тематики всей презентации и отдельных клипов. Единственное противоречие – увеличивается размер файла.

Компьютерные технологии открыли новые возможности для создания самими преподавателями иллюстративного материала: видеофильмов, слайдов, слайд - фильмов. Отснятые цифровыми фото- и видеокамерами материалы легче обрабатывать на компьютере. Сканер позволил вводить в

компьютер изображения изделий, иллюстрации из печатных изданий, фотографии, а графические редакторы – устранить в них дефекты, выбрать нужный формат, изменить цвет, яркость, контрастность, удалить лишние детали, вырезать отдельные фрагменты и составить из них новые изображения.

Применение на уроках компьютерных слайд - фильмов как нельзя лучше отвечает поставленным задачам, так как обеспечивается самостоятельный и творческий подход к получению информации, воспитывается логическое мышления и техническая грамотность, активизируется учебный процесс [10]. Основная функция визуальных средств - иллюстрация помощи в наиболее полном и глубоком понимании предмета изображения или явления. Разумное использование компьютерного слайд - фильма рекомендовали усиление информационной деятельности студентов зрительной памяти, логического мышления, а также содействовать формированию культуры работы. Возможности Microsoft PowerPoint используются в работе со студентами:

Проведение презентаций на уроке при объяснении нового материала:

·заранее созданная презентация заменяет классную доску при объяснении нового материала для фиксации внимания учащихся на каких-либо иллюстрациях, данных, формулах и т. п.

1. Наглядная демонстрация процесса (построение диаграмм, таблиц, моделирование физических опытов, построение географических карт и т. д.), которую невозможно или достаточно сложно провести с помощью плакатов или доски.

2. Презентация по результатам выполнения индивидуальных и групповых проектов:

- подготовка учениками (самостоятельно или в группе) презентации для сопровождения собственного доклада;

- создание фотоальбомов, как отчетов о проведенных группой учеников исследованиях в рамках деятельности по проекту.

4. Совместное изучение источников и материалов: совместное изучение информационных источников и материалов урока (например, обсуждение произведений искусства на основе мультимедийных энциклопедий, отсканированных графических изображений или полученных из Интернета материалов и пр.).

5. Корректировка и тестирование знаний: проведение дополнительных занятий в компьютерном классе или школьной медиатеке, когда отставшие или отсутствовавшие учащиеся самостоятельно изучают материал на основе презентаций; работа с тестирующими системами и тренажерами.

#### ВЫВОД:

Инновационная деятельность педагога профессионального обучения представляет собой комплексный интегративный вид профессионально-педагогической деятельности, направленный на обеспечение инновационного развития и повышение качества профессионального образования за счет разработки и применения технико-технологических, педагогических, организационно-управленческих, социально-экономических новшеств в процессе профессиональной подготовки будущих рабочих и специалистов.

Она проявляется во взаимосвязи профессионально-педагогической, производственной, научно-исследовательской, организационно-управленческой, экспериментальной, экспертно-консультационной, внедренческой, коммерческой деятельности педагога профессионального обучения.

## 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕКЦИОННОГО ЗАНЯТИЯ «РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ КОМПРЕССОРОВ»

### 2.1 Компрессоры, принцип работы и области их применения

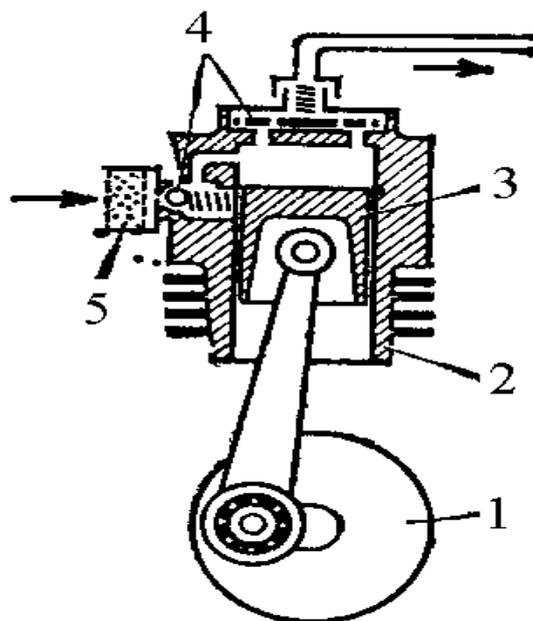
#### 2.1.1 Группы компрессоров по способу организации процесса сжатия

Компрессорами называют машины, предназначенные для сжатия и перемещения газов. Термин «компрессоры» используют, имея в виду, что все компрессорные машины делятся на собственно компрессоры (машины, повышающие давление газа от 0,3 МПа и более), нагнетатели (обеспечивающие давление газа от 0,01 до 0,3 МПа) и вентиляторы, предназначенные для перемещения газов и увеличивающие давление до 0,01 МПа [5].

С точки зрения термодинамики компрессор - это машина, которая преобразует подводимую к газу извне энергию в его потенциальную энергию давления.

По способу организации процесса сжатия компрессоры можно разделить на две основные группы.

К первой группе относятся компрессоры объемного сжатия, в которых повышение давления происходит за счет уменьшения объема рабочего пространства, содержащего определенное количество газа. К этой группе относятся поршневые компрессоры (рис. 2.1).



1 - кривошипный механизм; 2 - цилиндр; 3 – поршень;  
4 - клапаны; 5 - фильтр

Рис. 2.1 - Схема поршневого компрессора

Такой принцип действия компрессора отличается простотой и надежностью конструкции, но имеет несколько отрицательных качеств. Так, в результате резких скачков высокого и низкого давления работа компрессора кондиционера этого типа характеризуется высоким уровнем шума. Кроме того, для запуска такого компрессора необходим достаточный запас мощности, что в процессе работы ускоряет износ его деталей и приводит к поломке.

Мембранные компрессоры.

Конструкция данных компрессоров схожа с поршневыми, вместо поршня вытеснителем является гибкая мембрана из резины или прорезиненной ткани, или металла. Диафрагма меняет свое положение от кривошипно-шатунного механизма, либо гидравлического привода. Давление, создаваемое такими компрессорами не слишком большое (3-4 атмосферы), они имеют невысокую производительность, зато перекачиваемый воздух

совершенно не загрязняется продуктами износа и маслом. Область их применения - перекачка газов, создание разрежения, возможно использование в медицине, науке и др. Ресурс таких компрессоров достаточен, иногда до нескольких сот тысяч часов, ремонт обычно сводится к замене мембраны и достаточно прост.

Мембранные компрессоры широко применяются для работы с окрасочным инструментом низкого давления, в первую очередь с аэрографами.

Этот класс оборудования - промежуточное звено между вентиляторами и компрессорами. Воздуходувки создают избыточное давление в пределах 0,1-1,5 атм. Обычно у них высокая производительность, но небольшая степень сжатия.

Компрессоры делятся на воздуходувки и ротационные (двухроторные) машины. В воздуходувках газ сжимается по действием центробежных сил, за счет отбрасывания газа быстро вращающимся рабочим колесом (турбиной) от центра к периферии, далее для нагнетания воздуха в конструкции предусмотрены два синхронно вращающихся ротора, соединенных шестеренной передачей. Еще их называют шестеренными компрессорами. Их используют в аэрации водоемов, для транспортировки сыпучих материалов: цемента, гранулированных пластиковых материалов, пищевых продуктов, зерна, муки и т.д., для обдува и охлаждения оборудования, раздува и прижимов листов в полиграфии, системы вентиляции, в качестве промышленных пылесосов и прочих работы, для которых не требуется высокое давление, но важен большой объем перекачиваемого воздуха. Ресурс воздуходувок - 90-120 тысяч часов [6].

Следующую группу составляют ротационные компрессоры вращения.

Принцип работы компрессора с ротационным механизмом базируется на сжатии хладагента и движении его по контуру за счет вращения пластин. Благодаря этому, по сравнению с поршневыми аналогами, для запуска таких

компрессоров не требуется большой мощности электродвигателя, а также из-за низкой пульсации давления работа компрессора кондиционера этого типа практически бесшумна. В зависимости от расположения пластин, ротационные компрессоры бывают двух видов:

Со стационарным расположением пластин (рис. 2.2). Для сжатия хладагента в этом типе компрессора применяется эксцентрик, который соединен с ротором двигателя. При запуске двигателя эксцентрик начинает перемещаться по внутренней поверхности камеры компрессора, сжимая при этом находящийся перед ним газообразный хладагент. При достижении предельного давления срабатывает выпускной клапан, и хладагент уходит в систему. Для разделения камеры компрессора на области с разным давлением внутри установлена стационарная пластина, которая способна изменять размер выдвигаемой части.

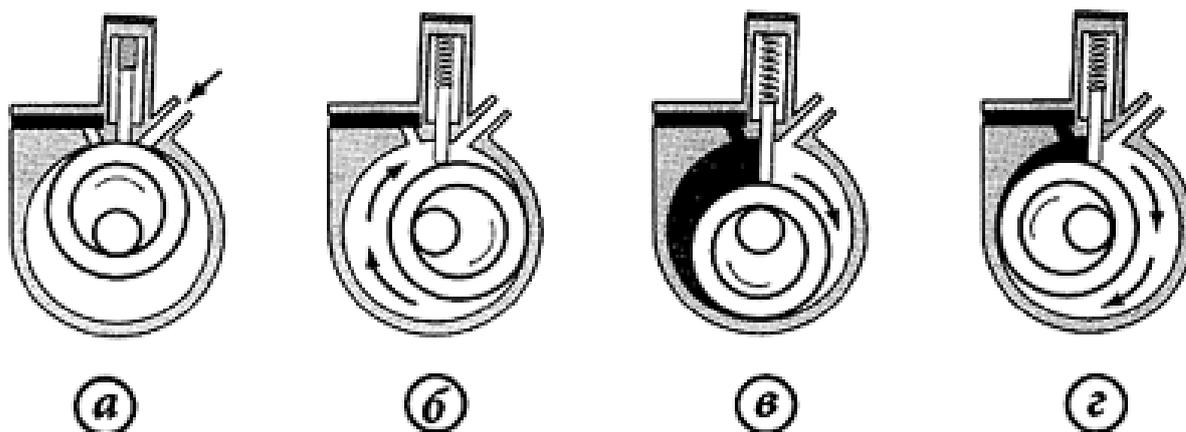


Рис. 2.2 – Компрессоры со стационарным расположением пластин

С вращающимися пластинами (рис.2.3 и 2.4). В данном типе принцип действия компрессора также основан на использовании пластин для разделения камеры на зоны с разным давлением, но в данном случае две пластины закреплены на роторе. Благодаря смещению осей камеры и ротора, при его вращении образуются динамически меняющие свой объем камеры с разным давлением. На схеме вы можете увидеть процесс всасывания

газообразного

хладагента

и

его

сжатия.

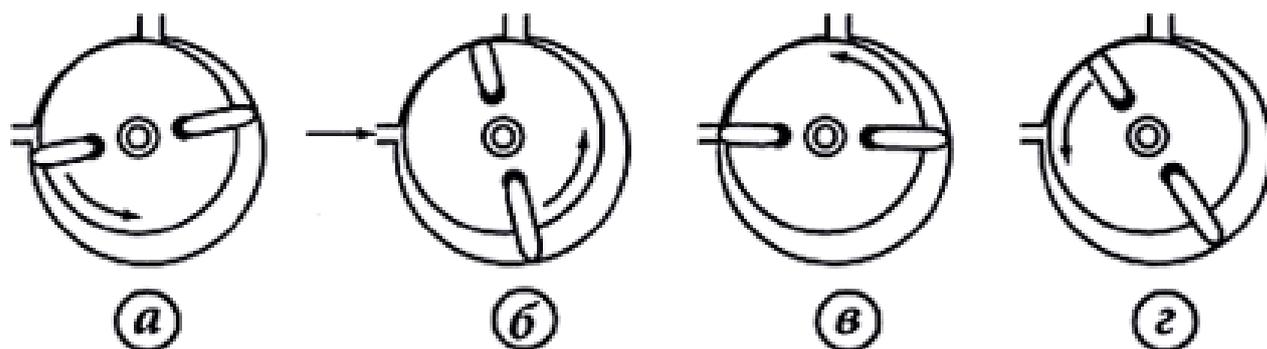
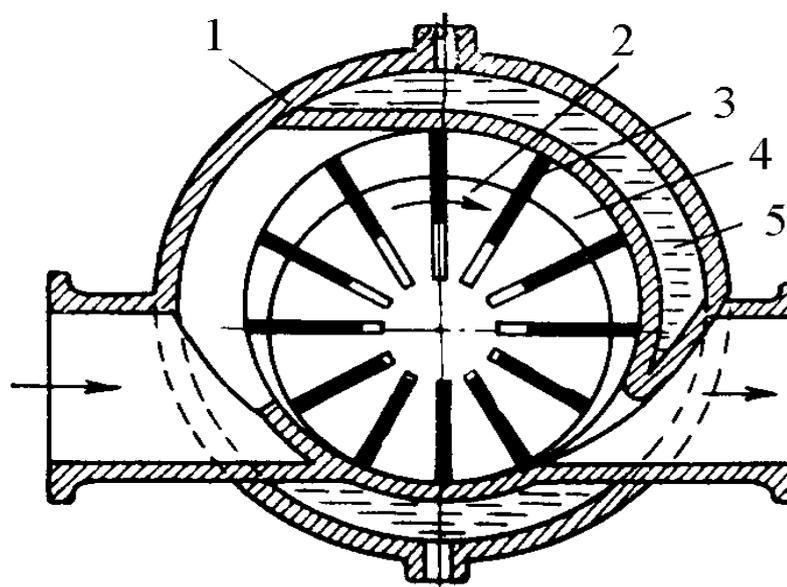


Рис. 2.3 – Компрессоры с вращающимися пластинами



1 - корпус; 2 - ротор; 3 - пластина; 4 - цилиндр;  
5 - рубашка охлаждения

Рис. 2.4 - Схема пластинчатого компрессора

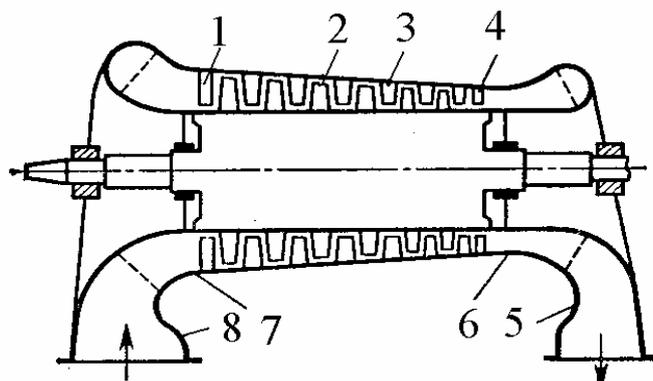
Достоинствами является простота конструкции ротора, что при стандартных скоростях вращения двигателя облегчает использование прямого привода, без применения ремней и шкивов.

Эффективность компрессора.

Скользящие пластины ротора, простота системы смазки, которая напрямую связана с камерой сжатия, как стандарт за счёт высокоэффективного двигателя.

Вторую группу составляют компрессоры динамического (кинематического) сжатия, в которых процесс сжатия происходит при принудительном движении газа, кинетическая энергия которого переходит в потенциальную энергию давления.

Примерами машин рассматриваемой группы являются осевые (рис. 2.5 и рис. 2.6) и центробежные компрессоры.



- 1 - направляющий аппарат; 2 - рабочая лопатка;  
 3 - направляющая лопатка; 4 - спрямляющий аппарат;  
 5 - выходной патрубок; 6 - кольцевой диффузор;  
 7 - конфузор; 8 - входной патрубок

Рис. 2.5 - Схема осевого компрессора

В осевом компрессоре поток рабочего тела, как правило воздуха, движется условно вдоль оси вращения ротора компрессора (рис. 2.7).

Осевой компрессор состоит из чередующихся подвижных лопаточных решёток ротора, состоящих из лопаток, закреплённых на валу и именуемых рабочими колёсами, и неподвижных лопаточных решёток статора и именуемых направляющими аппаратами.

Рис. 2.6 – Принцип работы осевого компрессора

Треугольники скоростей рабочего колеса иллюстрирующие сложное движение частиц воздуха. Видна диффузорность межлопаточного канала.

Пространство между соседними лопатками как в рабочем колесе, так и в направляющем аппарате именуется межлопаточным каналом.

Межлопаточный канал как в рабочем колесе, так и в направляющем аппарате диффузорный, то есть расширяющийся. Межлопаточный канал является расширяющимся, когда диаметр окружностей, вписанных в этот канал увеличивается при вписывании этих окружностей от передней кромки к задней.

При прохождении через рабочее колесо воздух участвует в сложном движении.

Где абсолютное движение — движение частиц воздуха относительно оси двигателя. (На рисунке обозначено буквой  $u$ ).

Относительное движение — движение частиц воздуха относительно лопаток рабочего колеса. (На рисунке обозначено буквой  $w$ ).

Переносное движение — вращение рабочего колеса относительно оси двигателя. (На рисунке обозначено буквой  $U$ ).

Совокупность, состоящая из одного рабочего колеса и одного направляющего аппарата называется ступенью [7].

#### Рис. 2.7 – Принцип работы компрессора

Таким образом, когда частицы воздуха попадают в рабочее колесо со скоростью, обозначенной на рисунке вектором  $w_1$ , лопатки воздействуют на частицы воздуха придавая им переносную скорость, обозначенную на рисунке вектором  $U$ . По правилу сложения векторов абсолютная скорость частиц воздуха в этот момент обозначена вектором  $u_1$ .

При прохождении через рабочее колесо, за счёт диффузорности межлопаточного канала, происходит уменьшение модуля переносной скорости на выходе из рабочего колеса  $w_2$ , за счёт кривизны межлопаточного канала происходит изменение направления вектора переносной скорости на выходе из рабочего колеса  $w_2$ . На выходе из рабочего колеса на частицы воздуха продолжают действовать лопатки, придавая им переносную скорость, обозначенную на рисунке вектором  $U$ . По правилу сложения векторов абсолютная скорость частиц воздуха, в этот момент обозначена вектором  $u_2$ ,

который изменяет направление и увеличивается по модулю. Таким образом в рабочем колесе происходит рост полного давления воздуха.

После рабочего колеса воздух попадает в направляющий аппарат. За счёт диффузорности межлопаточного канала происходит торможение потока, что приводит к росту статического давления. Кривизна межлопаточного канала приводит к повороту потока для получения более эффективного угла входа потока воздуха в следующее рабочее колесо.

Таким образом, ступень за ступенью, происходит повышение давления воздуха. Скорость потока в рабочем колесе растёт, в направляющем аппарате — падает. Но ступени компрессора и весь компрессор проектируют таким образом, чтобы скорость потока уменьшалась. При прохождении воздуха через компрессор растёт и его температура, что является не задачей компрессора, а отрицательным побочным эффектом. Перед входом в первое рабочее колесо может быть установлен входной направляющий аппарат, который производит предварительный поворот потока воздуха на входе в компрессор [18].

Достаточно высокая степень газодинамической инертности лопатных компрессоров является причиной того, что компрессор достаточно медленно набирает обороты, обладает низкой приёмистостью. Лопатные компрессоры, как правило, приводятся в движение турбинами, которые, в свою очередь весьма долго снижают свои обороты, таким образом, смена режимов работы таких турбокомпрессоров занимает достаточно длительный промежуток времени.

Решением данной проблемы стало разделение компрессоров на каскады: компрессор низкого давления со своей отдельной турбиной устанавливается на валу, пропущенном через полый вал следующего за ним компрессора высокого давления и его турбины, – такие двигатели называют двухвальными. Данное решение улучшило работу компрессоров на переходных режимах, а также повысило их газодинамическую устойчивость.

Другим средством повышения газодинамической устойчивости осевых компрессоров стало применение поворачивающихся направляющих аппаратов для изменения угла входа потока в рабочее колесо в зависимости от режима работы двигателя.

#### Центробежный компрессор

Принцип действия центробежного компрессора сопоставим с принципом действия осевого компрессора, но с одним существенным различием: в центробежном компрессоре поток воздуха входит в рабочее колесо вдоль оси двигателя, а в рабочем колесе происходит поворот потока в радиальном направлении. Таким образом, в рабочем колесе за счёт центробежной силы создаётся дополнительный рост полного давления. То есть частицы рабочего тела получают дополнительную кинетическую энергию.

Частота вращения роторов современных компрессоров достигает десятков тысяч оборотов в минуту. Переносная скорость частицы воздуха в РК ( $U$ ) зависит от радиуса вращения этой частицы относительно продольной оси двигателя. При достаточно длинном пере лопатки переносная скорость вырастает настолько, что абсолютная скорость движения частицы воздуха становится сверхзвуковой.

#### Сверхзвуковые компрессоры.

В данной ситуации компрессор именуют сверхзвуковым, или же ступень компрессора именуют сверхзвуковой, если такая ситуация возникает в определённой ступени компрессора.

#### Спиральные компрессоры.

Для кондиционеров малой и средней мощности часто применяются спиральные компрессоры. Работа компрессора кондиционера этого типа основана на взаимодействии двух стальных спиралей, расположенных в цилиндре компрессора. Одна из спиралей, внутренняя, имеет стационарное закрепление, а другая, внешняя, вращается вокруг внутренней с помощью

эксцентрика, перекачиваясь по поверхности внутренней спирали. Точное прилегание поверхностей спиралей и их профиль (эвольвента) обеспечивают постоянно перемещающуюся точку соприкосновения, которая и является камерой сжатия газа хладагента. При достижении необходимого давления хладагент из камеры выталкивается в выходное отверстие. Благодаря тому, что точки касания двух спиралей находятся на каждом витке, увеличение давления хладагента происходит намного плавнее, чем в других видах компрессоров.

Преимуществом этого принципа работы компрессора является минимальная нагрузка на двигатель при запуске, но к недостаткам можно отнести сложность их производства и высокие требования к точности соприкосновения спиралей, а также обеспечение герметичности прилегания торцов спиралей к поверхности камеры компрессора.

Винтовые компрессоры.

Промышленные холодильные установки большой мощности (от 150 до 3500 кВт) комплектуются винтовыми компрессорами. В зависимости от количества винтов, такие компрессоры подразделяются на одновинтовые и двухвинтовые.

Одновинтовые модели компрессоров, кроме винта, имеют в своем составе одну-две шестерни – сателлита, которые присоединяются к ротору сбоку. Давление в камере создается при помощи роторов, которые вращаются в разные стороны от центрального ротора-винта. Попадая в камеру через входное отверстие, хладагент охлаждает двигатель, заполняя внешний сектор между вращающимися шестернями. При вращении винта за счет герметичного прилегания шестеренок, которое обеспечивается смазывающим маслом, газ сжимается и выталкивается в выходное отверстие. Для того, чтобы масло не смешивалось с хладагентом, в компрессоре этого типа существует сепаратор.

Работа компрессора кондиционера с двумя винтами отличается от одновинтового наличием основного и вспомогательного роторов – винтов. В отличие от других компрессоров, в винтовых компрессорах не предусмотрена установка клапанов впуска и выпуска хладагента. Процесс всасывания и выпуска происходит постоянно с разных сторон компрессора. Положительным качеством винтовых компрессоров является возможность регулирования мощности его работы за счет уменьшения или увеличения частоты вращения двигателя, а также бесшумность работы. Но работа компрессора этого типа требует герметичности прилегания винтов, что иногда приводит к остановке компрессора.

Конструкция винтового компрессора запатентована в 1934 году. Надёжность в работе, малая металлоёмкость и габаритные размеры предопределили их широкое распространение. Кроме того, использование винтовых компрессоров позволяет экономить электроэнергию до 30 %. Винтовые компрессоры успешно конкурируют с другими типами объёмных компрессорных машин, практически полностью вытеснив их в передвижных компрессорных станциях, судовых холодильных установках.

Типовая конструкция компрессора сухого сжатия, работает без подачи масла в рабочую полость. Компрессор имеет два винтовых ротора. Ведущий ротор с выпуклой нарезкой соединён непосредственно или через зубчатую передачу с двигателем. На ведомом роторе нарезка с вогнутыми впадинами. Роторы расположены в разъёмном корпусе, имеющем один или несколько разъёмов. В корпусе выполнены расточки под винты, подшипники и уплотнения, а также камеры всасывания и нагнетания.

Высокие частоты вращения винтовых компрессоров определяют применение в них опорных и упорных подшипников скольжения.

Между подшипниковыми камерами и винтовой частью роторов, в которых сжимается газ, расположены узлы уплотнений, состоящие из набора графитовых и баббитовых колец. В камеры между группами колец подаётся

запирающий газ, препятствующий попаданию масла из подшипниковых узлов в сжимаемый газ, а также газа в подшипниковые камеры.

Касание винтов роторов при отсутствии смазки недопустимо, поэтому между ними оставляют минимальный зазор, обеспечивающий безопасную работу компрессора, а синхронная частота вращения ведущего и ведомого роторов обеспечивается наружными синхронизирующими шестернями.

Винтовые поверхности роторов и стенок корпуса образуют рабочие камеры. При вращении роторов объём камер увеличивается, когда выступы роторов удаляются от впадин и происходит процесс всасывания. Когда объём камер достигает максимума, процесс всасывания заканчивается и камеры оказываются изолированными стенками корпуса и крышками от всасывающего и нагнетательного патрубков.

При дальнейшем вращении во впадину ведомого ротора начинает внедряться сопряженный выступ ведущего ротора. Внедрение начинается у переднего торца и постепенно распространяется к нагнетательному окну. С некоторого момента времени обе винтовые поверхности объединяются в общую полость, объём которой непрерывно уменьшается благодаря поступательному перемещению линии контакта сопряжённых элементов в направлении к нагнетательному окну. Дальнейшее вращение роторов приводит к вытеснению газа из полости в нагнетательный патрубок. Из-за того, что частота вращения роторов значительна и одновременно существует несколько камер, компрессор создаёт равномерный поток газа.

Отсутствие клапанов и неуравновешенных механических сил обеспечивают винтовым компрессорам высокие рабочие частоты вращения, то есть позволяют получать большую производительность при сравнительно небольших внешних габаритах.

Маслозаполненные компрессоры допускают меньшие скорости вращения, чем компрессоры «сухого сжатия». Масло в рабочую полость винтового компрессора подается с целью уменьшения перетечек через

внутренние зазоры, смазки винтового зацепления роторов и охлаждения сжимаемого газа.

Есть несколько типов винтовых компрессоров: с прямым приводом и ременным.

## 2.1.2 Группы компрессоров по назначению

Линейный компрессор.

.

Линейный компрессор устраняет шарнирное звено, преобразующее вращение ротора электродвигателя в движение поршневого механизма. В линейных компрессорах под действием электромагнитного поля движутся сами поршни.

Достоинства технологии:

### 1. Повышенная надежность и высокая износостойкость

В отличие от стандартных конвекционных компрессоров в линейном компрессоре исключены поступательно-вращательные движения мотора, что позволяет значительно увеличить износостойкость за счет отсутствия трения и меньшего количества механического взаимодействия составных частей компрессора. В данный момент основной производитель линейных компрессоров, LG Electronics, предоставляет 10-летнюю гарантию на работу линейного компрессора в своих продуктах.

### 2. Экологичность и низкое потребление энергии.

Установка мотора непосредственно на поршне позволяет повысить энергоэффективность компрессора за счет меньших затрат энергии (по причине меньшего количества механических процессов внутри мотора), необходимой для приведения поршня в движение.

### 3. Беззвучная работа

Линейный компрессор позволяет минимизировать уровень шума, производимый мотором за счет меньшего количества механических контактов. Уровень шума линейного компрессора не превышает 20 децибел.

В данный момент технология применяется в большинстве холодильников и кондиционеров компании LG Electronics, промышленных морозильных камер и других холодильных устройств.

Также мотор-компрессоры используются и в быту, в частности они являются «сердцем» холодильников, в которых перекачивают хладагент.

Мотор-компрессор является одной из основных вспомогательных машин на электрическом подвижном составе (ЭПС), так как создаваемый им сжатый воздух используется прежде всего в тормозной системе и для привода электропневматических контакторов, а на пассажирском моторвагонном подвижном составе пневматическим приводом оборудованы и двери для выхода из вагонов.

Характеризуют мотор-компрессоры по номинальной подаче воздуха, давлением нагнетания, потребляемой мощностью, напряжению и роду (постоянный или переменный) тока питания, КПД, мощности а также типом двигателя.

Электродвигатели мотор-компрессоров как правило двух типов:

- постоянного тока с последовательным возбуждением;
- асинхронный переменного тока.

Холодильный компрессор.

Вид в разрезе поршневого автомобильного компрессора для кондиционера. Это — компрессор открытого типа с приводом от двигателя автомобиля

Холодильный компрессор — компрессор, предназначенный для сжатия и перекачки паров хладагента в холодильных установках. При сжатии паров происходит повышение не только давления, но и температуры. После компрессора сжатый холодильный агент поступает в конденсатор, где

охлаждается и конденсируется. Жидкий холодильный агент далее проходит через дроссельный клапан (который может представлять собой суженную трубку), где происходит его дросселирование (понижается давление) и подаётся в испаритель, где испаряясь, поглощает тепло.

В современной технике компрессоры находят широчайшее применение.

На колесных и гусеничных машинах сжатый воздух используется для подкачки шин (ЗИЛ-131, ГАЗ-6611, КамАЗ-4310 и др.), привода пневматических тормозов (ЗИЛ-131, КамАЗ-4310 и др.), пневмогидравлических усилителей рулевых механизмов (Урал-4320, МАЗ-543 и др.) и т. п. На тяжелых машинах (ГМ 537, ГМ 569 и др.) компрессоры обеспечивают работу системы воздухопуска двигателей.

Большое количество отечественных поршневых ДВС для ВАТ имеют наддув (ЯМЗ-238М, ЯМЗ-238Л, ЯМЗ-8401, ЯМЗ-8428, КамАЗ-7403 и др.), для осуществления которого используются центробежные компрессоры.

Несмотря на существенные различия в принципе действия и конструкции, с точки зрения термодинамики все компрессоры работают практически одинаково. Поэтому анализ процессов, протекающих в этих машинах, проведен на примере поршневого компрессора, у которого в устройстве много общего с уже изученным поршневым ДВС. Кроме того, поршневые компрессоры составляют более 80 % всего компрессорного парка страны.

### 2.1.3 Привод компрессора

Любой компрессор состоит из нескольких основных элементов.

Привод. Может быть электрическим, одно- или трехфазным, чаще всего от асинхронного электродвигателя. В некоторых случаях, когда работы

ведутся вдали от источников тока, используется автономный привод, бензиновый либо дизельный.

Чтобы увеличить ресурс поршневой группы, необходимо уменьшить частоту вращения, для чего группу соединяют с мотором с помощью ременной передачи, при этом ведущий шкив передачи в несколько раз меньше ведомого. В таких моделях компрессорный узел работает на более низких оборотах и меньше перегревается. Для охлаждения узла спицам ведомого шкива часто придают форму лопастей вентилятора. Аппараты с ременной передачей и в ремонте проще: например, при заклинивании поршня ремень будет проскальзывать, предотвращая повреждение электродвигателя. Да и разборка сломавшегося узла здесь легче, чем при коаксиальном расположении.

Ременной передачей оснащены двухступенчатые компрессоры, у которых в блоке два поршня разного размера. Воздух в них предварительно сжимается одним поршнем, проходит промежуточное охлаждение и сжимается уже до рабочего давления во второй камере. Такая конструкция, позволяющая повысить общий КПД установки, применима в тех случаях, когда требуется выходное давление более 8 атм. и производительность более 500 л/мин.

Прямой привод или привод с ременной передачей используют и в винтовых компрессорах, но в их конструкцию обычно включают еще и электронный блок управления, меняющий обороты двигателя и, соответственно, производительность в зависимости от расхода воздуха. Нагрев блока у них меньше, чем у поршневых «коллег», поэтому его охлаждение уже не так важно и ременная передача используется для уменьшения габаритов системы «привод-блок».

Ресивер. Почти всегда поставляется совместно с компрессором. Это пластмассовый или металлический сосуд, где сжатый воздух накапливается и расходуется по мере потребления. Помимо накопления, ресивер сглаживает

пульсации давления во время работы (особенно это актуально для поршневых компрессоров небольшого объема).

Еще один «побочный эффект» - воздух, вышедший из компрессора, за время нахождения в ресивере успевает немного остыть.

При перерыве в работе компрессора или при отключении питания ресивер позволяет еще некоторое время продолжать трудиться. Ресивер всегда оснащают манометром, предохранительным клапаном, срабатывающим при повышении давления сверх допустимой величины при отказе прессостата, и сливным клапаном для удаления конденсата. Самая важная характеристика ресивера - объем. Чем он больше, тем реже придется подкачивать воздух (при переменном его расходе), но, чтобы знать общее количество находящегося в ресивере воздуха, необходимо учитывать много параметров, в том числе давление.

Органы управления, датчики, контрольные приборы. Даже в самом простом случае в комплект компрессора входит манометр для контроля давления воздуха (на ресивере), прессостат (реле давления), служащий для поддержания давления в ресивере в заданных пределах, то есть для включения/выключения компрессора при понижении или повышении давления. Между ресивером и компрессорным блоком устанавливают обратный клапан, предназначенный для сохранения воздуха в ресивере и снижения нагрузки на блок при его отключении. Для регулировки давления на выходе используется редуктор (также с манометром), часто устанавливают еще и дополнительный кран, выдающий максимальное давление. В более сложных моделях присутствует датчик температуры головки, останавливающий работу в случае перегрева. Для мощных трехфазных электродвигателей (4 кВт и выше) в систему могут вводить устройства плавного пуска или переключатели по схеме «звезда-треугольник», снижающие пусковые нагрузки на сеть.

Возможна также комплектация дополнительным оборудованием для подготовки воздуха, в этом случае получившийся агрегат логичнее отнести к компрессорным станциям.

#### 2.1.4 Подготовка воздуха для копрессора

При сжатии воздуха водяной пар, содержащийся в нем, выпадает в виде конденсата. Часть жидкости остается в ресивере, который всегда оснащают сливной пробкой или устройством для автоматического сброса конденсата. Другая часть выходит из ресивера вместе с воздухом. Почти всегда ресивер изготавливают из обычной стали, так что он корродирует изнутри под действием конденсата. В итоге в воздух попадают еще и продукты износа ресивера и компрессорной группы. Помимо этого, в сжатом воздухе можно обнаружить частицы неотфильтрованной на входе пыли и масла (если компрессор масляный).

Степень требуемой очистки воздуха зависит от его дальнейшего назначения. Если он используется, например, для продувочных или пескоструйных работ, то в особой очистке нет нужды. При покраске автомобиля, перемещении сыпучих пищевых продуктов или в фармацевтической промышленности требования куда строже - воздух не должен содержать частицы пыли и влаги.

Для долгой и качественной работы пневматических инструментов требуется их смазка. Использование неочищенного воздуха сильно снижает их ресурс из-за повышенного износа и коррозии трущихся деталей. Периодическая смазка самого инструмента решает проблему лишь отчасти, куда лучше, если поступающий к инструменту воздух будет дополнительно насыщен частицами масла.

### 2.1.5 Выбор компрессора

Подобрать идеальную машину «на все случаи жизни» невозможно - слишком велик спектр работ, которые можно выполнить с помощью компрессора. Поэтому первым делом нужно определить их объем и примерный список используемого инструмента.

В подавляющем большинстве случаев достаточно рабочего давления в 6-8 атм. Новичок, впервые задумавшийся о покупке, выбирает обычно между моделями с объемом ресивера в 24 и 50 литров, не обращая особого внимания на остальные параметры. А напрасно, потому что даже объем ресивера не стоит оценивать по принципу «чем больше, тем лучше».

Гораздо важнее учесть задачи, под которые берется компрессор. Очень часто один и тот же приводной мотор и компрессорный блок могут ставить на ресиверы разного объема. В таком случае в процессе выполнения одинаковой работы компрессор будет работать одинаковое время и производить одинаковое количество воздуха. Если работать в постоянном режиме (например, красить дом), то разница в объеме ресивера будет неощутимой. А вот при периодическом использовании в течение дня ресивер большего объема гораздо удобнее, потому что мотор реже включается для поддержания в нем необходимого давления.

Пожалуй, важнейший параметр, на который следует ориентироваться при выборе компрессора, - производительность, которую указывают в л/мин (для крупных агрегатов - в м<sup>3</sup>/мин), с учетом условий всасывания (атмосферное давление, комнатная температура). Необходимую минимальную производительность можно прикинуть, исходя из паспортных данных по расходу воздуха для инструмента или инструментов, которые предполагается использовать одновременно. Здесь очень важно не ошибиться - конечно, нерационально покупать большую и объемную машину, если она не сможет использовать свой потенциал, но и выбор слишком маломощного

компрессора приведет к его постоянной работе без перерывов, повышенному износу и уменьшению давления ниже рекомендованного, что неизбежно скажется на качестве работ.

На практике обычно достаточно запаса производительности компрессора в 10-25 % по сравнению с расходом воздуха в инструменте, но тут есть и некоторые нюансы. Для отечественного оборудования ГОСТ указывает производительность «по выходу», то есть реально получающийся при работе объем сжатого воздуха, определенный экспериментально.

За рубежом чаще используют производительность «по входу», то есть объем воздуха за цикл перемножают на частоту циклов сжатия и включают в паспортные данные коэффициент производительности (Кпр). Для поршневых машин он составляет 0,5-0,8. Таким образом, поршневой компрессор производительностью «по всасыванию» в 300 л/мин реально сможет выдать на инструмент гораздо меньше - около 200 литров.

Кстати, и подсчет расхода воздуха инструментом у нас и за рубежом отличается. В отечественном инструменте его определяют как количество воздуха, прошедшее через агрегат за минуту при полностью нажатом пусковом курке. В документации к импортному аппарату указывается величина, получаемая при его работе, с учетом пауз при использовании. И если, к примеру, для непрерывно работающего краскопульты или отбойного молотка эти цифры сходны, то у пневмогайковертов по паспорту они могут отличаться несколько раз. На самом же деле расход примерно одинаковых моделей будет также примерно одинаков.

Еще нужно принимать во внимание такой важный параметр, как коэффициент внутрисменного использования (Кви). Он определяет допустимый режим работы компрессорного блока. Кви зависит от исполнения и конструкции компрессора: чем выше его значение, тем дольше компрессор может работать без остановки «на отдых». Согласно российским стандартам,

использование компрессоров возможно в кратковременном ( $K_{ви}=0,15$ ), непродолжительном ( $K_{ви}=0,5$ ) и продолжительном ( $K_{ви}=0,75$ ) режимах.

Это не значит, что работать придется с соответствующими перерывами, ведь в периоды простоя собственно компрессора воздух поступает в систему из ресивера, пока давление в нем не упадет до минимально допустимого уровня. Вот поэтому при расчете требуемой производительности необходимо учитывать  $K_{ви}$ , иначе аппарат либо будет работать с перегрузкой, а в особо тяжелых случаях - постоянно, не выдавая при этом требуемое давление, либо большую часть времени будет простаивать. Впрочем,  $K_{ви}$  гораздо важнее при промышленном применении, в быту все гораздо проще - один-два человека вряд ли смогут перегрузить машину, если, конечно, правильно подобрана ее производительность.

Поршневой компрессор подходит в тех случаях, когда сжатый воздух нужен не постоянно, а через определенные промежутки времени. Если воздух требуется непрерывно, удобнее винтовые машины. И наоборот, прерывистая работа винтового компрессорного блока негативно сказывается на его ресурсе из-за изменения его теплового режима.

Следующий вопрос - выбор источника питания. Обычно достаточно однофазной сети, но для мощных машин, занятых в строительстве или на производстве, потребуются три фазы. Если же предполагается работа на выездах, при отсутствии электричества, потребуется либо электрогенератор, либо компрессор с автономным бензиновым или дизельным приводом. Некоторые производители выпускают комплекты, состоящие из электрогенератора, компрессора и сварочного аппарата.

Они способны обеспечить все основные потребности небольшой стройки или ремонта, вдали от источников тока. К тому же элементы такого агрегата заранее согласованы друг с другом по мощности.

В зависимости от класса выделяются бытовые, полупрофессиональные, профессиональные и промышленные компрессоры,

отличающиеся уровнем исполнения, конструкцией, ресурсом,  $K_{ви}$  и, разумеется, ценой. К бытовым обычно относят безмасляные поршневые одноцилиндровые компрессоры с прямым приводом и ресивером объемом до 40 л. Они имеют пластиковые поршневые кольца, небольшой ресурс – не больше 100 часов,  $K_{ви}$  не более 0,2, производительность - до 300 л/мин. К бытовым можно отнести и некоторые масляные компрессоры, с металлическими поршневыми кольцами и алюминиевой гильзой цилиндра. Несмотря на скромные характеристики, такие модели весьма востребованы частниками: при нечастом использовании и нормальном техническом обслуживании они служат годами.

Полупрофессиональные компрессоры имеют смазывающую систему разбрызгиванием, они оснащены металлическими поршневыми кольцами и большой ресурс работы (до 1100 моточасов). Как бытовые, так и полупрофессиональные модели развивают рабочее давление не более 8 атмосфер.

Компрессоры для промышленных предприятий дороже, так как рассчитаны на длительный срок работы. К профессиональным относятся многие агрегаты с одно- и двухступенчатым сжатием воздуха, рабочим давлением 9-176 атмосфер, ременным приводом, различными объемами ресиверов. Некоторые производители выпускают двухголовочные компрессоры, использующие два компрессорных блока на общем ресивере.

При выборе стационарной машины для профессиональных работ необходимо учитывать вот еще что. Паспортная производительность указывается в пересчете на нормальные условия (20 °С, атмосферное давление 1 атм. (765 мм. рт. ст.), относительная влажность 36 %). При повышении температуры на 5-6 °С подача снижается на 3 %, при повышении высоты над уровнем моря - примерно на 2% на каждые 100 м подъема.)

На практике это значит, что компрессор по возможности следует устанавливать в холодном проветриваемом помещении или у окна, где

обеспечивается хорошая циркуляция воздуха. Следует также обращать внимание на чистоту предварительного воздушного фильтра, также заметно влияющего на производительность. В некоторых случаях даже обустраивают отдельные трубопроводы, подающие к компрессору холодный чистый воздух с улицы.

Конструкторы без устали продолжают поиск новых решений. Поскольку температура отработавших газов современных двигателей порой превышает 1400 °С, появляются роторы из высокопрочной керамики, термостойкой и легкой.

Рассмотрим устройство турбокомпрессора ТК-34 С (среднего давления) на примере дизеля 10Д100.

Отработавшие газы на выпуске по специально спроектированному патрубку (см. нижнюю часть рисунка) подводятся к соплу, назначение которого преобразовать давление газа (потенциальную энергию) в скорость (кинетическую энергию) газа. Под действием центробежных сил происходит раскручивание турбинного колеса, кинетическая энергия движения газов преобразуется в энергию вращения колеса турбины.

Одновременно часть тепловой энергии выпускных газов за счет их расширения в турбинном колесе дополнительно используется для вращения ротора турбины. Газы, отработавшие в турбине, отводятся в атмосферу по выпускному патрубку. А так как на другом конце ротора турбины закреплено колесо компрессора, то, вращая турбинное колесо (с частотой до 20000 об/мин), газы заодно с ним заставляют вращаться с той же частотой и рабочее колесо компрессора.

При этом на дизеле 10Д100 это колесо всасывает (через фильтр компрессора) атмосферный воздух и нагнетает его через лопаточный диффузор (расширяющийся канал) в охладитель воздуха, а оттуда во всасывающую полость приводного центробежного компрессора.

Вал ротора опирается на два подшипника скольжения, один из которых является опорно-упорным. В деталях корпуса турбины сделаны каналы, по которым подводится к подшипникам масло из масляной системы дизеля. Благодаря лабиринтным уплотнениям газовые и воздушные полости турбоагнетателя надежно отделены друг от друга, что исключает возможность проникновения газов из одной полости в другую, а также предотвращает выход газов наружу.

Турбокомпрессор охлаждается водой из системы охлаждения дизеля. На двухтактных дизелях 10Д100 (рис. 2.14) таких турбокомпрессоров два — левый и правый.

На тепловозных дизелях 11Д45 и 10Д100 используется схема, в которой воздух, сжатый в турбокомпрессоре (первой ступени сжатия), направляется в центробежный нагнетатель с механическим приводом (на дизеле 10Д100 с приводом от верхнего коленчатого вала), который дожимает наддувочный воздух (вторая ступень сжатия), после этого воздух подается в цилиндры двигателя. Данная схема называется двухступенчатой (комбинированной) системой наддува.

У двухтактных двигателей продувка цилиндра производится сжатым воздухом. Поэтому в двухтактном дизеле обязательна установка центробежного компрессора, это необходимо прежде всего для его пуска. При работе двигателя на малых нагрузках, когда одного наддува недостаточно, впуск свежего заряда производится за счет центробежного компрессора. Вот почему на дизелях 11Д45, 10Д100 пришлось установить еще один компрессор, приводимый в движение от коленчатого вала.

При наддуве охлаждение воздуха до поступления его в цилиндры позволяет увеличить его плотность за счет снижения температуры, за счет этого понижается тепловая и механическая напряженность деталей цилиндропоршневой группы двигателя. Поэтому охлаждение наддувочного воздуха находит все более широкое применение в современных тепловозных дизелях.

Подчеркнем только еще раз, что турбокомпрессор первой ступени состоит из полостей, надежно изолированных между собой, одна из которых предназначена для газов, а другая — для воздуха. Полости разделены перегородкой.

Центробежный компрессор приводит в действие редуктор (от верхнего коленчатого вала). Камера со сжатым воздухом тщательно изолирована от редуктора. Применение редуктора позволяет увеличить частоту вращения рабочего колеса центробежного компрессора с 860 до 8600 об/мин.

Газотурбинный наддув и дополнительное охлаждение надувочного воздуха является основным направлением форсирования современных тепловозных дизелей, сохраняя при этом его размеры. Для примера дизель 10Д100 при одинаковых размерах с двигателем 2Д100 имеет мощность в полтора раза больше — 2210 кВт вместо 1470 кВт (3000 вместо 2000 л.с.). Этого удалось добиться за счет повышения давления наддува с 0,127 до 0,215 МПа (с 1,3 до 2,2 кгс/см<sup>2</sup>), а так же охлаждением воздуха перед цилиндрами.

### 2.3 Рабочие процессы поршневых компрессоров

Рассмотрим вначале работу идеализированного компрессора, полагая, что у него отсутствуют:

- 1) вредный объем (объем над поршнем, который остается над ним после его прихода в ВМТ);
- 2) потери давления при наполнении цилиндра газом для сжатия и при выталкивании сжатого газа из цилиндра (гидравлические потери);
- 3) утечки рабочего тела из надпоршневого пространства;
- 4) механическое трение.

Рабочий процесс идеализированного одноступенчатого компрессора показан на рис. 2.19.

При движении поршня 2 от ВМТ в цилиндр 1 через всасывающий клапан 3 поступает газ, подлежащий сжатию. При этом процесс заполнения цилиндра начинается при объеме надпоршневого пространства, равном нулю (в соответствии с первым допущением), и происходит при давлении, равном давлению среды, откуда происходит всасывание ( $p_0$ ) - в соответствии со вторым допущением. После достижения поршнем НМТ впускной клапан закрывается и начинается сжатие газа, которое продолжается до тех пор, пока давление в цилиндре не поднимется до необходимого значения  $p_k$ . В связи со вторым допущением  $p_k$  - это и давление сжатого в цилиндре газа, и давление в резервуаре, где хранится сжатый газ (в ресивере).

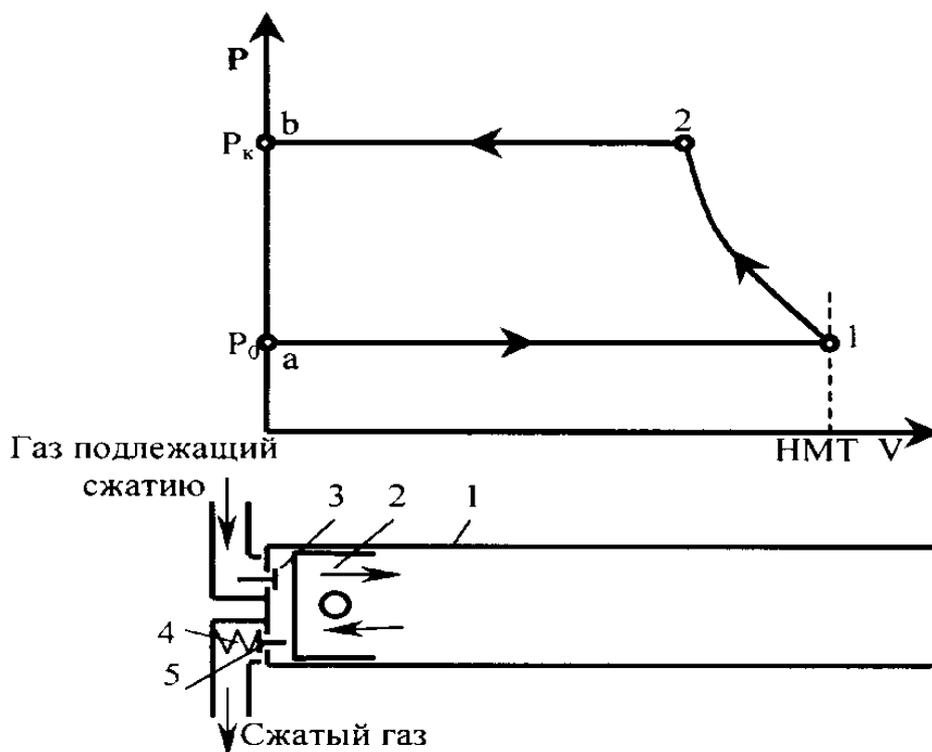


Рис.2.19 - Рабочий процесс идеализированного одноступенчатого компрессора

В момент достижения в цилиндре давления  $p_k$  газ сжимает отрегулированную на это давление пружину 4 и под действием перемещающегося к ВМТ поршня выталкивается из цилиндра через нагнетательный клапан 5 в ресивер.

Таким образом, рабочий цикл идеализированного одноступенчатого поршневого компрессора состоит из трех процессов: всасывания (участок а-1 на рис. 2.20), сжатия (участок 1-2) и выталкивания (нагнетания) (участок 2-b).

Следует иметь в виду, что при отсутствии гидравлических потерь в ходе всасывания и в ходе нагнетания параметры рабочего тела ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ ) остаются неизменными. Поэтому физические процессы а-1 и 2-b не являются термодинамическими. В связи с этим в координатах  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  рабочий цикл изображается только линией 1-2 (процесс а-1 сворачивается в точку 1, процесс 2-b сворачивается в точку 2) (рис. 2.20).

В зависимости от условий теплообмена сжимаемого газа со стенками цилиндра сжатие может осуществляться по адиабате 1-2, политропе 1-2' или изотерме 1-2". При этом количество теплоты, которое необходимо отвести, можно оценить с помощью площади под линией процесса сжатия в координатах  $T$ - $s$ .

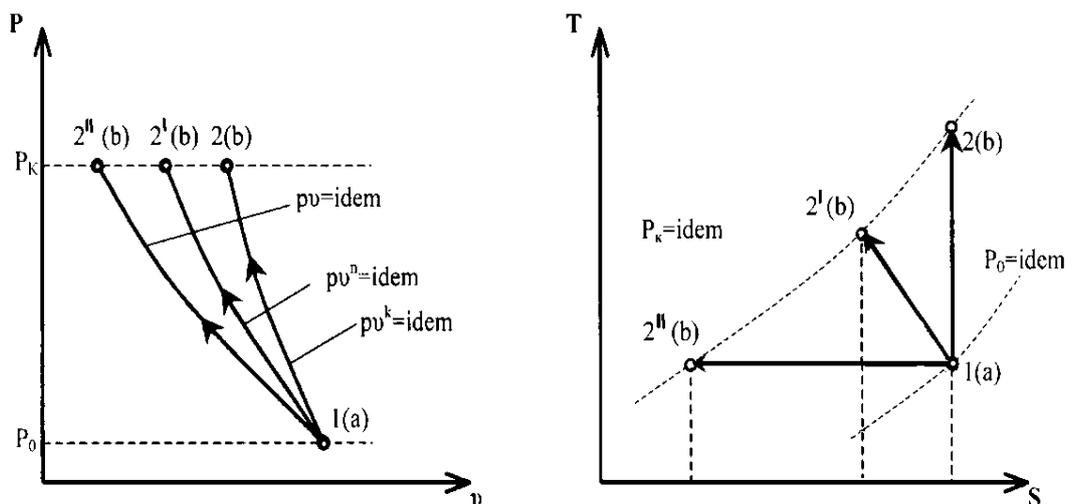


Рис. 2.20 - Рабочий процесс идеализированного одноступенчатого поршневого компрессора

В реальных компрессорах для осуществления изотермического сжатия необходимо весьма интенсивное охлаждение, что связано с заметными

затратами энергии на его организацию. Поэтому обычно сжатие осуществляется по политропе с показателем  $1 < n < k$  ( $n \approx 1,1-1,25$ ).

Приступим теперь к учету реальных факторов, исключенных при рассмотрении идеализированного компрессора.

На рис.2.21 показан рабочий процесс компрессора с учетом вредного объема  $V_0$ .

В этом случае процесс 1-2 протекает так же, как и в идеализированном компрессоре. Выталкивание же сжатого воздуха продолжается лишь до тех пор, пока поршень не придет в крайнее левое положение, соответствующее на диаграмме точке 3. Как только поршень начнет обратное движение, нагнетательный клапан под действием пружины закроется, а всасывающий клапан еще не откроется, так как давление в цилиндре больше, чем в объеме, откуда должно происходить всасывание. Поэтому (пока эти давления не выровняются) в закрытом цилиндре будет происходить расширение по некоторой политропе. Лишь после падения давления до  $p_0$  откроется всасывающий клапан и начнется процесс заполнения цилиндра.

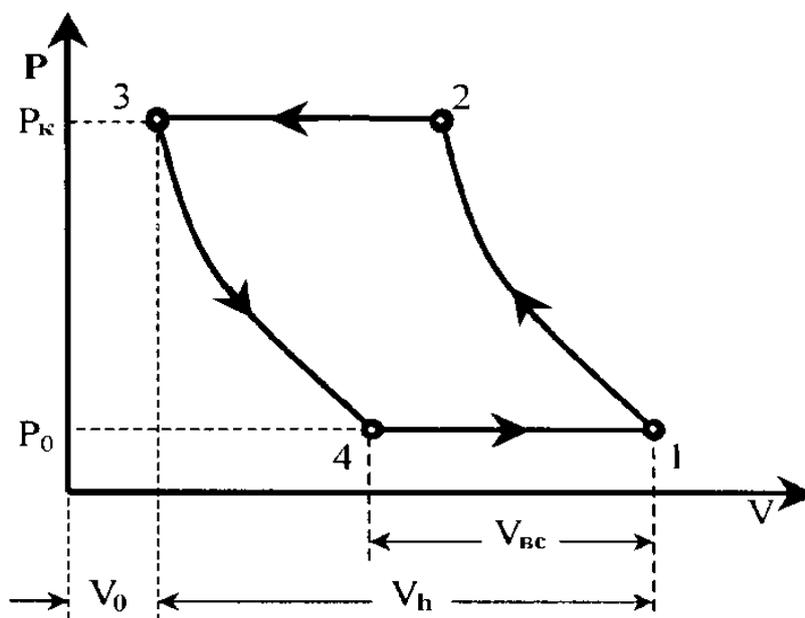


Рис. 2.21 - Рабочий цикл одноступенчатого поршневого компрессора

Очевидно, что теперь объем всасывания ( $V_{вс}$ ) будет меньше рабочего объема ( $V_h$ ) и производительность компрессора снизится. Для ее оценки используется параметр, называемый объемным коэффициентом компрессора:

$$\eta_o = \frac{V_{вс}}{V_h}. \quad (2.2)$$

Работа, затрачиваемая на привод идеализированного компрессора (техническая работа компрессора), равна алгебраической сумме работ всасывания газа в цилиндр  $L_{a-1}$ , сжатия  $L_{1-2}$  и нагнетания  $L_{2-b}$  (см. рис. 2.21):

$$L_{\text{ТЕХ}} = L_{a-1} + L_{1-2} + L_{2-b}, \quad (2.3)$$

где  $L_{\text{ТЕХ}}$  - техническая работа компрессора.

Работа всасывания

$$L_{a-1} = \int_0^{V_1} p_1 dV \quad (2.4)$$

изобразится на индикаторной диаграмме площадью с-a-1-d.

Работа сжатия

$$L_{1-2} = \int_{V_1}^{V_2} p dV < 0. \quad (2.5)$$

Так как  $V_1 > V_2$ .  $L_{1-2}$  изобразится на индикаторной диаграмме площадью под линией процесса 1-2 (площадь d-1-2-e).

Работа нагнетания

$$L_{2-b} = \int_{V_2}^0 p_2 dV > 0 \quad (2.6)$$

изобразится на индикаторной диаграмме площадью e-2-b-c.

Работа, затраченная на повышение давления газа в компрессоре, изобразится площадью a-1-2-b.

2.4 Методическая разработка для проведения лекции по теме «Рабочие процессы компрессоров»

## ЛЕКЦИЯ

для проведения занятий со студентами 3 – го курса по дисциплине

"Термодинамика и рабочие процессы двигателей"

Тема: Рабочие процессы компрессоров.

Занятие: Рабочие процессы компрессоров.

Вид занятия: Лекция.

Цель: Студент должен получить представление: о принципах работы компрессоров, области их применения, о процессах в идеализированных и реальных компрессорах. Студент должен знать и уметь использовать профессиональную лексику.

Время: 2 часа.

Место: Лекционная аудитория.

План лекции

Вводная часть	- 5 мин.
1. Принцип работы компрессоров и области их применения	- 10 мин.
2. Работа идеализированного компрессора	- 20 мин.
3. Процессы в реальных компрессорах	- 40 мин.
Заключительная часть	- 5 мин.

Материальное обеспечение

Классная доска, цветные мелки.

Литература

1. Бурячко В.Р., Гук А.В. Автомобильные двигатели.- С-Пб.: НПИКЦ, 2005. – 292 с.
2. Кукис В.С. Термодинамика и рабочие процессы двигателей. – Челябинск: ЧГПУ, 2008. – 162 с.

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Во вводной части особое внимание обращается на внешний вид студентов и готовность аудитории к занятию. Здесь используются педагогические приемы, которые способствуют установлению тесного

контакта преподавателя с аудиторией и подготавливают студентов к активной работе.

На многочисленных примерах из устройства и эксплуатации ВАТ донести до студентов важность изучаемой темы и место в теоретической подготовке и дальнейшей практической деятельности.

Изложение материала вести, опираясь на знания, полученные при изучении курса физики в школе и училище.

При демонстрации рисунков на экране давать необходимые пояснения, а затем следить, чтобы студенты в конспектах правильно повторяли необходимые рисунки. Пройдя по рядам проверить правильность заносимого в конспект рисунка.

По завершении изложения материала каждого учебного вопроса кратко повторить основные положения, изложенные при его рассмотрении, четко определить, на что студенты должны обратить внимание на самоподготовке, что должны знать по этому вопросу в дальнейшем, выяснить наличие вопросов и при необходимости дать на них ответы.

В заключительной части следует повторить основные термины и понятия, введенные на занятии. Подчеркнуть важность их усвоения, потому что при рассмотрении всего последующего материала эти термины и понятия будут постоянно использоваться.

Подчеркнуть моменты, на которые следует обратить внимание на самоподготовке, проконтролировать факт записи задания на самостоятельную подготовку.

При появлении трудностей организовать обсуждение встретившихся проблем и добиваться полного понимания изучаемого материала.

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Проверить наличие студентов на занятии. Сообщить тему занятия и его цель. Напомнить студентам, что кроме рассмотренных ранее тепловых двигателей тепловым машинам относят и машины, предназначенные для

сжатия газов – компрессоры. Компрессоры широко используются на объектах ВАТ. Приведенными примерами обосновать важность материала предстоящей лекции.

## 1. ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПРЕССОРОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

### Подготовка преподавателя к занятию

Перед проведением занятия преподаватель должен:

1. ознакомиться с методической документацией;
2. повторить материал по данной теме;
3. проверить подготовку материального обеспечения и продумать методику его использования;
4. составить план занятия;
5. провести консультацию в группах перед занятием.

### Подготовка студента

Студент должен:

1. повторить материал по предыдущим темам, используя конспект лекций; учебное пособие;
2. подготовиться к контролю знаний.

Преподаватель показывает слайды, дает подробное объяснение материалу каждого из них.

### ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Дать ответы на возникшие у студентов вопросы. Коротко повторить основные положения, рассмотренные на лекции: понятие идеализированного компрессора; влияние на работу компрессора вредного объема, гидравлических потерь при всасывании и нагнетании, давление конца сжатия.

Дать задание на самоподготовку.

Выводы:

В данном разделе описан принцип работы компрессора, дана их классификация, приемы правильного обслуживания, приведены примеры

использования компрессоров в автомобильной технике, разработана методика проведения лекционного занятия по дисциплине «Устройство автомобилей», составлена методическая разработка для проведения лекционного занятия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проанализирована сущность инновационной деятельности педагогов профессионального обучения, представляющей комплексный интегративный вид профессионально-педагогической деятельности, направленный на обеспечение инновационного развития и повышение качества профессионального образования за счет разработки и применения технико-технологических, педагогических, организационно-управленческих, социально-экономических новшеств в процессе профессиональной подготовки будущих рабочих и специалистов.

Мы предполагаем, что применение мультимедиа способствует развитию познавательной активности студентов.

В формирующем эксперименте в экспериментальной группе был апробирован мультимедийный комплекс. Для определения эффективности комплекса диагностика была повторена.

Результаты контрольного тестирования показали следующие результаты.

В экспериментальной группе ТО-487 (27 человек).

Выше 80% - отличный уровень усвоения материала показали 10 человек (40%).

65-78% - хороший уровень усвоения материала имеют 11 человек (41%).

50-64% - удовлетворительный уровень усвоения материала показали 5 человек (19%)

В контрольной группе ТО-488 (25 человек):

Выше 80% - отличный уровень усвоения материала показали 10 %.

65-78% - хороший уровень усвоения материала имеют 25%.

50-64% - удовлетворительный уровень усвоения материала показали 60% от общего числа студентов.

Ниже 50% - неудовлетворительный уровень усвоения материала показали 5%.

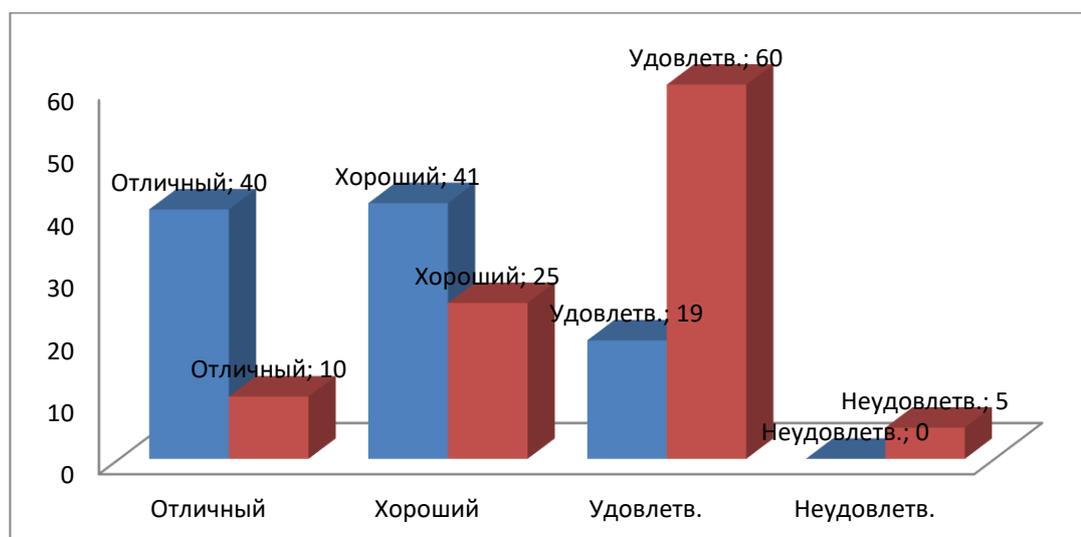


Рис. - Результаты контрольного эксперимента по уровню усвоения материала

Таким образом, мы видим, что в экспериментальной группе уровень усвоения материала становится лучше.

Использование мультимедийного комплекса учащимися позволит им в короткие сроки получить необходимые для зачета и экзамена знания, вникнуть в суть изучаемой дисциплины. Качественный и детально проработанный методический материал, положенный в основу системы, обеспечит надежную поддержку процессу обучения, позволит всем заинтересованным лицам наглядно понять важнейшие аспекты.

Рассмотрена структура инновационной деятельности педагогов профессионального обучения.

На втором этапе разработана и апробирована лекция по теме «Рабочие процессы компрессоров» с применением компьютерных анимаций. Был проведен анализ текущего контроля по материалам данной лекции.

Результаты работы могут быть использованы для преподавания данной дисциплины в профессиональных учебных заведениях.

