

Секция 1

«НАУЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Содержание:

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ АСУТП АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ Алтынбаев Р.Б.	5
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ Аржанникова И.Е., Султанов Н.З.	10
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОГНИТИВНОГО ИНТЕРЕСА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Быков Н.А., Горбунов А.А.	17
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В АВИАСТРОЕНИИ Быкова И.С., Припадчев А.Д., Псянчина Ф.И.	21
ОЦЕНКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА» Власов Ю.Л.	24
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ДЕЛЕ» Гаврилов А.А.	29
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Гаврилов А.А., Кудина Л.И.	34
ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА СОВРЕМЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ Гаврилова М.В.	39
АСПЕКТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ В АВИАСТРОЕНИИ Горбунов А.А., Горьков В.С., Припадчев А.Д.	43
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА В РАСЧЕТЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ НА ПРОЧНОСТЬ Горелов С.Н., Кондунов Н.К.	49
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО РАЗРЕЖЕНИЮ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ Жежера Н. И., Сабанчин В. Р.	52
ПРОГРАММНО-ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» Козик Е.С., Свиденко Е.В., Чурносков Д.И.	60
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА – НЕРАЗРЫВНЫ Кушнаренко В.М., Чирков Ю.А., Узяков Р.Н., Клещарева Г.А.	63
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НАЛИЧИЯ ЗАИМСТВОВАНИЙ В УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ И ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТАХ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ	

Михайлов В.Н., Кравцов А.Г., Михайлова Е.Н.	69
АКТИВИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	
Морозов Н.А.	73
ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРИНГЕРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБШИВОК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	
Морозов Н.А., Изенин С.Д.	77
КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»	
Мосалева И.И.	82
ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА В РАМКАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»	
Мосалева И.И.	87
ПЕРСПЕКТИВЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛИ РАКЕТОСТРОЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Новикова А.С., Осипов Е.В.	92
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ ИЗДЕЛИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТАТИЧЕСКИХ И ПОВТОРНО-СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ	
Остер К.В.	96
РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ СТАТИЧЕСКИХ И ПОВТОРНО-СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ	
Остер К.В.	102
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ И ПРОБЛЕМНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ И ОСНОВ ТЕСТОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН	
Пизинцали Л.В., Ермошина Н.Л.	107
ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ	
Поляков А.Н., Романенко К.С., Никитина И.П.	115
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ ВЕРТОЛЕТА	
Проскурин В. Д.	119
СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОЧИХ КОЛЕС ТУРБИН ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ (ГИДРОАГРЕГАТОВ) ЖРД, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ	
Самикаев Р.И., Осипов Е.В.	123
ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ВЕРТОЛЕТНЫХ ПЛОЩАДОК	
Сафиканов Р.Д., Пояркова Е.В.	126
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДГОТОВКЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ	
Сердюк А.И., Пояркова Е.В.	131
СОТРУДНИЧЕСТВО ВУЗ – ПРЕДПРИЯТИЕ ОПК НА ПРИМЕРЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ОГУ	
Сердюк А.И., Щавелев Е.В., Савельев А.Б.	137

ОБЗОР ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ БОРЬБЫ С ВИБРАЦИЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ	
Устименко Р. С., Марусич К. В.	144
КАВИТАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ	
Ходосенко Р.С.	150
ПОДГОТОВКА МАГИСТРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	
Щеголев А. В., Сердюк А. И.	154

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ АСУТП АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ

Алтынбаев Р.Б.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

С целью повышения эффективности производства агропромышленного комплекса проводятся авиационно-химические работы (АХР), под которыми понимается защита растений от вредителей и болезней, внесение минеральных удобрений, борьба с сорной растительностью, дефолиация (удаление листьев) и десикация (ускорение созревания) сельскохозяйственных культур и лесных насаждений с помощью самолётов и вертолёт, оборудованных аппаратурой для опрыскивания жидкими химикатами или для разбрасывания удобрений и опыления сыпучими химикатами.

АХР проводятся в ограниченные сроки, лимитируемые метеорологическими и агротехническими условиями. В России для АХР используются лёгкие самолёты (Ан-2 и другие) и вертолёты (Ми-2, Ка-26 и другие) сельскохозяйственной авиации. АХР проводятся на малых высотах (от 5 до 50 метров), как правило, рано утром (до появления восходящих потоков воздуха и усиления ветра) и вечером (с момента прекращения указанных явлений) [1].

Авиационный способ химической защиты растений имеет целый ряд преимуществ перед наземным способом. К примеру, производительность самолёта Ан-2 на внесении удобрений под вспашку в 3–4 раза, а на подкормке зерновых культур – в 5–6 раз выше производительности наземной техники. При хорошей организации работы самолёт Ан-2 может внести в течение одной минуты удобрения на площади в один гектар. Туковой сеялкой СТН-28 за это же время их можно внести на площади в 0,035 гектара. Кроме этого, АХР позволяет провести обработку участков в сжатые и наиболее оптимальные сроки; при выполнении АХР отсутствуют механическое повреждение растений и уплотнение почвы (колёса наземной техники уничтожает до 8 % растений), имеется возможность использования ультрамалообъёмного опрыскивания, а также способность выполнять работы при любом состоянии почвы. Стоит отметить высокую точность нормы расхода и равномерность распределения вносимых веществ, в том числе и в малых дозах [2].

К сожалению, в настоящее время можно отметить крайне малую степень автоматизации технологического процесса АХР. До сих пор используются в качестве ориентира для выхода на очередной гон наземных сигнальщиков.

Целевой функцией системы управления технологическим процессом АХР является определение эффективной траектории движения воздушного судна и её выдерживание [3].

Функциональная схема проектируемой автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) авиационно-химических работ представлена на рисунке 1.

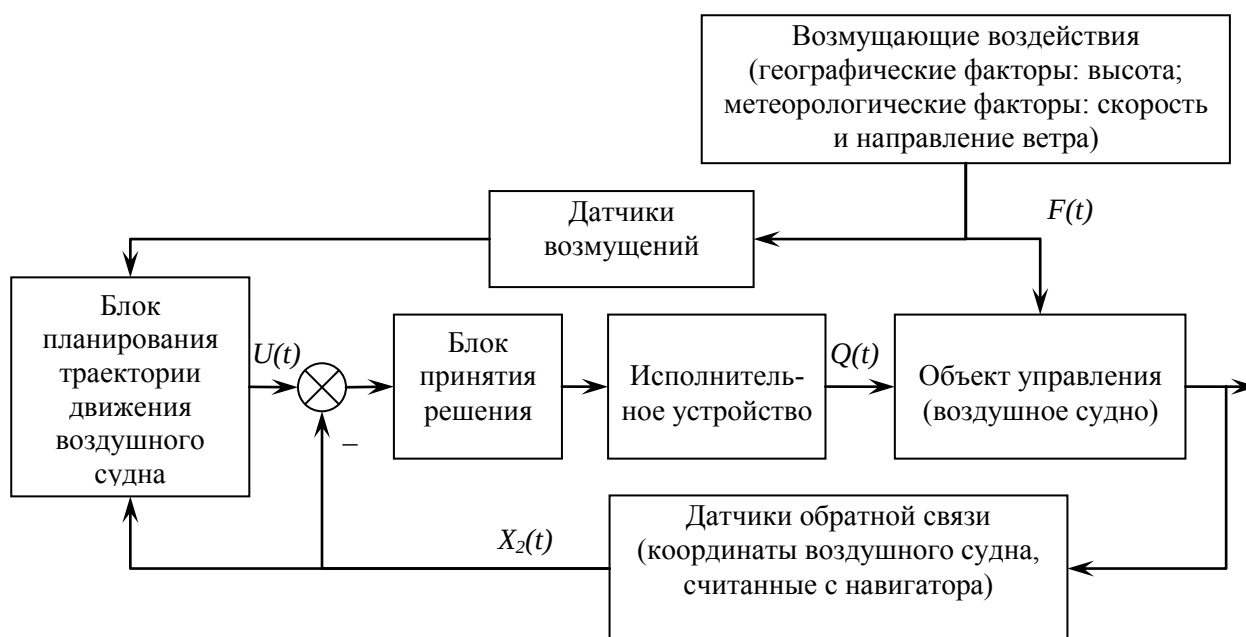


Рисунок 1 – Функциональная схема АСУТП авиационно-химических работ

АСУТП авиационно-химических работ ориентирована на использование двумерной оцифрованной карты, поэтому данные, поступающие от датчика высоты – высотомера, отнесены к информации о возмущениях.

При использовании оцифрованной карты, полученной на основе трёхмерной модели подстилающей поверхности, необходимо данные о высоте передавать по цепи обратной связи на сравнивающее устройство наряду с координатами.

Информация об отклонениях, превышающие допустимые, через датчики обратной связи в виде координат воздушного судна, считанных с навигатора $X(t)$, поступает на сравнивающее устройство параллельно с данными о заданной траектории движения. При наличии значительных отклонениях сравнивающее и исполнительное устройства формируют управляющее воздействие $Q(t)$ на бортовой компьютер воздушного судна для корректировки курса.

Наряду с данными о координатах воздушного судна $X_2(t)$, поступающих по цепи обратной связи, на систему управления воздействуют возмущения, представленные информацией с датчиков о возмущениях $F(t)$, включающих: географические факторы – высоту; метеорологические факторы - скорость и направление ветра. Информация о возмущающих воздействиях через специальные датчики поступает в блок планирования траектории движения воздушного судна. Также в этот блок поступает информация о текущих координатах воздушного судна и далее происходит новый расчёт траектории движения воздушного судна.

Для расчёта надёжности разрабатываемой АСУТП авиационно-химических работ с помощью точных аналитических методов затруднён, так как система обладает сложной структурой, и существуют большие погрешности показателей надёжности элементов этой системы.

Одним из возможных способов решения этой проблемы является создание приближённых аналитических методов и компьютерных технологий решения задач надёжности.

Допустим, что справедлив экспоненциальный закон распределения времени до отказа и времени восстановления элементов АСУТП. Это правомерно по следующим причинам:

- в настоящее время отсутствуют статистические данные о законах распределения времени до отказа элементов электроники и механики, неизвестны не только их параметры, но даже вид закона. В случае экспоненциального закона распределения данные об интенсивностях отказов элементов АСУТП получить значительно легче, особенно по данным эксплуатации;

- методы анализа надёжности технических систем при постоянных интенсивностях отказов элементов в теории надёжности хорошо разработаны;

- время безотказной работы любой технической системы во много раз больше времени её восстановления, поэтому в этом случае вид закона распределения времени восстановления и дисциплина обслуживания слабо влияют на значения показателей надёжности;

- если не учитывать периода приработки техники после её изготовления, то интенсивность её отказов при любом законе распределения времени до отказа является возрастающей функцией.

Основной информацией для формирования управляющего алгоритма блока планирования траектории движения воздушного судна являются данные с датчиков возмущений и датчиков обратной связи. Обозначим их через D_6 и D_{oc} соответственно.

Вероятность безотказной работы определяется как вероятность того, что в пределах заданной наработки или заданном интервале времени отказ объекта не возникает, т.е. вероятности безотказной работы датчиков будем обозначать через $P(D_6)$ и $P(D_{oc})$.

В случае, если проектируемая АСУТП не будет удовлетворять заданным показателям надёжности, то применяют структурное резервирование, а именно резерв замещением. При этой модели расчёта надёжности зачастую не учитывают влияние переключающих устройств, поэтому значения показателей надёжности, например, вероятность безотказной работы или коэффициент готовности, бывают неоправданно завышенными. В действительности время подключения резервных элементов может оказать существенное влияние на надёжность АСУТП, что необходимо учитывать при их проектировании. Существующие в настоящее время методы оценки надёжности систем при наличии переключающих устройств, как правило, обладают следующими недостатками: пригодны только для систем, состоящих из сравнительно небольшого числа элементов; время переключения на резерв обычно считается постоянным; методы являются эвристическими и не позволяют указать оценку погрешности [4].

Предположим, что в АСУТП имеется один основной датчик возмущений D_6 и m резервных датчиков, пребывающих в ненагруженном состоянии. Все

датчики будем считать равнонадёжными. При отказе основного датчика он заменяется резервным не сразу, а через случайное время Z . Это время может быть также и постоянным, если его плотность является δ -функцией Дирака. Необходимо проанализировать надёжность АСУТП в случае абсолютно надёжного переключателя и в случае, когда переключатель может отказывать. В последнем случае в процессе включения в работу резервного датчика сам переключатель может отказать. Время безотказной работы переключателя Y является произвольным с некой плотностью распределения. Время ремонта переключателя тоже имеет произвольное распределение с некой плотностью распределения. На время переключения на резерв может приходиться, вообще говоря, несколько циклов исправной работы и ремонта переключателя. При этом после очередного ремонта переключателя возможны две ситуации: прошедшее время переключения на резерв «забывается», и включение резервного датчика может произойти при условии $Y > Z$ на некотором интервале исправной работы переключателя; прошедшее время переключения на резерв накапливается.

С течением времени в АСУТП могут происходить какие-либо внутренние или внешние изменения, влияющие на длительность её жизни. Внешние изменения связаны, как правило, с изменением эксплуатации резервированной системы, когда отказы одних элементов вызывают изменения нагрузки на другие элементы системы. При этом моменты времени, когда меняется нагрузка, могут быть детерминированными, так и случайными. Поэтому поведение системы после произошедшего изменения её нагрузки заранее может быть не известно, так как оно зависит от моментов времени изменения нагрузки. С математической точки зрения это может означать, что с течением времени в системе изменяется закон распределения времени жизни системы. В таком случае будем говорить, что система имеет переменный закон распределения времени безотказной работы.

Таким образом, анализ надёжности АСУТП авиационно-химических работ на этапе разработки представляет собой сложную научно-техническую задачу, что требует глубокого изучения теории надёжности и серьёзных научных исследований в этой области.

Список литературы

1. Бондаренко, В. А. *Инновационные процессы в авиационно-химических работах – экологический аспект* / В. А. Бондаренко [и др.] – Оренбург: ОГУ, 1998. – 200 с.
2. Назаров, В. А. *Применение авиации в сельском и лесном хозяйстве* / В. А. Назаров [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1975. – 312 с.
3. Алтынбаев, Р. Б. *Повышение точности расчёта времени выполнения авиационных работ по распределению веществ и биологических объектов* / Р. Б. Алтынбаев, С. Г. Хибатуллин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление»*. – 2010. – № 5. ISSN 1994-2354.

4. Половко, А.М. Основы теории надёжности /А.М. Половко, С.В. Гуров // СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с. ISBN 5-94157-541-6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Аржанникова И.Е., Султанов Н.З.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

По состоянию на сегодняшний день предприятия авиапрома сталкиваются с рядом проблем. В условиях рыночной среды каждому промышленному предприятию необходимо повышать качество авиационной техники, снижать затраты и сокращать время вывода новой продукции на рынок. Приоритетным направлением в решении проблемы является применение высокопроизводительных современных технологий. Использование новых технологий необходимо для наращивания объёма производства всего авиапрома и его конкурентоспособности на международном рынке. На практике на предприятиях авиастроения низкая степень использования современных технологий при высокой потребности. Основная проблема заключается в отсутствии опытных экспериментальных заводов с новейшим оборудованием, где опытно-конструкторские и техбюро проводили испытания новых технологий авиационной техники. Усложняет ситуацию недостаточное количество научно-исследовательских бюро в связи с отсутствием инвестиций. В результате опытно-конструкторские бюро напрямую работают непосредственно с заводом изготовителем, что увеличивает время и качество разработок опытных образцов, снижает процент исследований.

Разработка мероприятий по улучшению качества и увеличению серийности производства ведётся на самих предприятиях крайне редко из-за отсутствия подготовленных кадров, поэтому проблема исследования и разработки алгоритма адаптации новой технологии является на сегодняшний день актуальной. В качестве примера рассмотрим перспективную технологию автоматической сварки плавящимся электродом (СМТ). Внедрение данной технологии позволит использовать и оптимизировать технологические возможности в процессе сварки кольцевых швов нестандартного (не круглого) сечения, криволинейных швов двойной кривизны авиационной техники. Применение новой технологии повышает качество выпускаемых изделий, степень соответствия их заданному теоретическому контуру, увеличивает конкурентоспособность каждого российского авиапромышленного предприятия в условиях рыночных отношений. Следует отметить, что применение новой технологии СМТ связано с необходимостью исследований процессов сварки в условиях производства каждого конкретного предприятия.

Объект исследования – процесс сварки изделий на предприятии авиационной промышленности.

Предмет исследования – технология автоматической сварки плавящимся электродом стыковых соединений алюминиевых сплавов авиационной техники с процессом СМТ.

Цель работы – определение возможности применения новой технологии автоматической сварки плавящимся электродом авиационной техники.

Для достижения вышеуказанной цели поставлены и решены следующие задачи: проведён краткий анализ технологий сварки, выбрано сварочное оборудование, подобран режим сварки каждой технологии, подготовлены испытуемые образцы, проведен эксперимент, проведен анализ полученных результатов. При решении поставленных задач использован метод сравнительного анализа, физический эксперимент.

Для исследования процесса новой технологии автоматической сварки плавящимся электродом необходимо провести анализ используемых технологий сварки.

Для сварки стыковых соединений авиационной техники на предприятии применяются тонкостенные алюминиевые сплавы типа АМГ, при этом используется технология ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в аргоне, используют этот метод и в автоматическом режиме. При применении данной технологии сварки происходит существенное коробление теоретического контура авиационной техники после сварки, для восстановления которого необходимо каждый раз производить термокалибровку, что требует значительных временных и денежных затрат. Низкая скорость сварки и неизбежность повторяющихся дефектов сварных соединений как результата ручной сварки снижает производительность применяемой технологии [1,5,6].

В результате использования автоматической сварки плавящимся электродом происходит уменьшение дефектов сварных соединений и снижение влияния человеческого фактора. Данный метод эффективен только при сварке продольных и поперечных стыковых соединений. Сварка стыковых соединений авиационной техники производится по сложному теоретическому контуру, поэтому остаётся необходимость производить дорогостоящую термокалибровку.

Процесс СМТ (холодный перенос металла) - совершенно новая технология сварки, которая основана на низком контролируемом тепловложении, что принципиально отличает её от применяемой технологии ТИГ. СМТ — это процесс дуговой сварки с переносом металла новым методом отрыва капель расплавленного металла электродной проволоки. Процесс СМТ характерен отсутствием брызг и стабильным горением дуги, меньшим тепловложением и проплавлением [2].

Для выявления возможности применения новой технологии сварки, обеспечивающей прочные и герметичные неразъёмные сварные соединения авиационной техники, в условиях лаборатории предприятия проведено испытание на образцах из алюминиевого сплава следующими способами дуговой сварки:

- 1) ручная дуговая сварка неплавящимся электродом;
- 2) автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом;
- 3) автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом с СМТ процессом.

Изготовлены образцы в количестве 30 штук из алюминиевого сплава АМг6 толщиной стенки 2 мм размером 300X150 мм. Для получения качественных соединений, поверхности образцов подвергнуты предварительной подготовке перед сваркой - химическому травлению, механической зачистке (шабрению).

Произведен подбор существующего оборудования и выбор основных параметров режимов сварки .

При сварке 10 образцов (номер 1-10) поддерживался режим: напряжение дуги $U_d = 14$ В, скорость сварки $V_{св} = 8$ м/ч, расход защитного газа (аргон) $Q = 8$ л/мин, сила тока $I_{св} = 80-85$ А, источник питания ТИР 315, толщина вольфрамового электрода 3 мм, сварочная проволока св. АМг6 2.5 мм.

При сварке 10 образцов (номер 11-20) поддерживался режим: напряжение дуги $U_d = 14,5$ В, скорость сварки $V_{св} = 30$ м/ч, расход защитного газа (аргон) $Q = 10$ л/мин, сила тока $I_{св} = 85-91$ А, источник питания TPS 4000 , сварочная проволока св. АМг6 1,2 мм.

При сварке 10 образцов (номер 21-30) поддерживался режим: напряжение дуги $U_d = 14,5$ В, скорость сварки $V_{св} = 48$ м/ч, расход защитного газа (аргон) $Q = 100$ л/мин, сила тока $I_{св} = 90-95$ А, источник питания TPS 5000 CMT MV, сварочная проволока св. АМг6 1,2 мм.

После сварки полученные образцы подвергли визуальному-измерительному контролю, рентгено- контролю на соответствие нормативным документам по сварке алюминиевых сплавов авиационных конструкций, измерению поперечной усадки сварных соединений (таблица 1) и механическим испытаниям по ГОСТу 6996-66 (таблица 2) .

Таблица1 - Показатели поперечной усадки сварных соединений
испытываемых образцов

В миллиметрах

Способ дуговой сварки	Номер образца										Среднее значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом	1,5	1,5	1,6	1,4	1,5	1,4	1,6	1,4	1,4	1,6	1,49
Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,0	1,2	1,3	1,1	1,13
Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом с CMT процессом	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,4	0,8	0,6	0,7	0,64

Чем выше температура нагрева при сварке, и меньше время охлаждения,

тем сильнее деформация сварного шва. Чем выше скорость сварки, тем меньше деформация. Измерение значений поперечной усадки сваренных образцов показывает взаимосвязь возникающей деформации и скорости сварки [3].

По результатам исследования установлено, что среднее значение поперечной усадки десяти образцов при сварке неплавящимся электродом составило 1,49 мм (таблица 1). Наибольшее значение по 10 образцам говорит о том, что применяемая технология ТИГ не совершенна. При используемой технологии высокая скорость охлаждения сварного соединения и небольшая скорость сварки вызывает сильную тепловую деформацию сварного соединения, что приводит к короблению образцов. Среднее значение поперечной усадки при автоматической дуговой сварке плавящимся электродом составило 1,13 мм. Это говорит о том, что при использовании технологии плавящимся электродом скорость сварки увеличилась в 3 раза, и соответственно уменьшилась тепловая деформация. Среднее значение при автоматической дуговой сварке плавящимся электродом с СМТ процессом составило 0,64 мм. Это лучшее значение из трёх полученных, которое показывает, что скорость сварки увеличилась до 50 м/ч, а значение тепловой деформации уменьшилось до минимума.

Следует иметь в виду и то, что измерение только поперечной усадки сваренных образцов недостаточно для заключения применения новой технологии на предприятии. Для определения всех сварочных напряжений и деформаций необходимо дальнейшее всестороннее исследование сваренных образцов - измерение продольных, поперечных деформаций, поперечных перемещений края пластины, продольных перемещений в околошовной зоне, радиальных перемещений цилиндрической оболочки. Данные испытания - измерение и расчёт необходимо провести на специализированном оборудовании, часть из которого имеется в АКИ ОГУ. Данное оборудование приобретено по гранту «Программа развития системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса в образовательных организациях высшего образования, подведомственных Министерству образования и науки Российской Федерации», реализуемого в ОГУ. В условиях лаборатории АКИ ОГУ возможно провести компьютерное моделирование, а именно протипировать в 3D модель сваренные образцы и рассчитать значения сварочных деформаций под нагрузкой, идентичной возникающей при эксплуатации авиационной техники. Таким образом, возможно применение новой технологии и необходимо дальнейшее исследование, которое определит результат об эффективности использования новой технологии с СМТ процессом на предприятии.

Чтобы определить пластичность сварного соединения, определяют угол загиба образца до появления первой трещины в наплавленном металле. Согласно нормативных документов по сварке алюминиевых сплавов авиационной техники все образцы проверены под углом в 40°. При этом испытании трещин не обнаружено, все образцы соответствуют НТД

Основным механическим свойством отожженного листа материала АМгб является временное сопротивление $\sigma_b = 31,5 \text{ кгс/мм}^2$ при $T = 20^\circ$ [4]. В

авиационных конструкциях согласно нормативных документов по сварке допускается значение временного сопротивления сварного соединения из алюминиевых сплавов не менее 90% временного сопротивления основного материала.

Таблица 2 – Результаты испытания сварных образцов на разрыв

Способ дуговой сварки	В килограмм силы на миллиметр в квадрате Номер образца									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом	29,5	29,3	29,2	31,2	30,1	29,0	29,7	29,8	29,3	29,4
Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом	29,8	29,3	30,1	29,3	29,8	29,4	29,7	29,4	29,8	29,1
Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом с СМТ процессом	29,5	29,5	30,2	29,4	29,0	31,0	29,0	29,1	29,3	29,9

Чтобы проанализировать данные таблицы 2, необходимо произвести расчёт средних значений и допускаемого процента основного материала по трём способам сварки. Из таблицы 3 видно, что все образцы соответствуют НТД.

Таблица 3 – Соответствие полученных значений временного сопротивления материала испытываемых образцов НТД

Способ дуговой сварки	Среднее значение временного сопротивления, кгс/мм ²	Отношение σ_b образца к основному материалу, в %
Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом	29,82	94,7
Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом	29,54	93,8
Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом с СМТ процессом	29,59	93,8

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать следующие выводы. Автоматическая сварка плавящимся электродом с СМТ процессом является высокопроизводительной технологией, отличается от применяемой технологии ТИГ низким тепловложением, исключением термокалибровки, отсутствием повторения дефектов сварных швов. Проведённые механические испытания 30 сварных образцов и полученные данные: поперечной усадки, временного сопротивления, позволяют сделать следующие выводы. Положительный результат по всем значениям получен при автоматической дуговой сварке плавящимся электродом с СМТ процессом. Полученные при этом сварные соединения обладали механическими свойствами близкими к свойствам основного металла сварного шва. С увеличением скорости сварки деформация уменьшается, вот почему минимальное значение поперечной усадки определяет возможность применения новой технологии с процессом СМТ и обеспечивает минимальное коробление авиационной конструкции.

Из вышесказанного установлено, что для получения качественных равнопрочных сварных соединений из алюминиевого сплава авиационной техники, достижения требуемой точности сборки и уменьшения остаточной деформации, обеспечения качества сборки под сварку, соответствия КД изделия целесообразно вести сварку новой технологией с СМТ процессом.

В результате эксперимента полученные данные демонстрируют эффективность перспективной технологии автоматической сварки с СМТ процессом и её преимущество в сравнении с применяемой технологией, что определяет возможность её применения в условиях предприятия. Исследование процесса новой технологии автоматической сварки плавящимся электродом необходимо продолжить – провести металлографию сваренных образцов, определить ряд сварочных напряжений и деформаций, провести компьютерное моделирование в условиях лаборатории АКИ ОГУ, разработать алгоритм адаптации технологических приёмов на основе модели процесса автоматической сварки плавящимся электродом, отработать результаты на основе опытных данных.

Список литературы

1. Акулов А.И. *Технология и оборудование сварки плавлением* / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М. : Машиностроение, 1977. – 432 с.
2. Библиофонд. *Электронная библиотека* // Электронная библиотека «Библиофонд» : [сайт]. – М., [2003-2009]. – Режим доступа : <http://bibliofond.ru.view>
3. Винокуров В. А. *Теория сварочных деформаций и напряжений* / В. А. Винокуров, А.Г. Григорьянц. - М. : Машиностроение, 1984. – 271 с.
4. *Марочник стали и сплавов* // Сайт Национального технического университета ХПИ : [сайт]. – Х., [2003-2014]. – Режим доступа : http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1433
5. Маслов В.И. *Сварочные работы: для нач.проф.образования* / В.И. Маслов. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 240 с.

6. Рабкин Д.М Дуговая сварка алюминия и его сплавов / Д.М. Рабкин, В.Г. Игнатъев, И.В. Довбищенко. -М. : Машиностроение, 1982. - 95 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОГНИТИВНОГО ИНТЕРЕСА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Быков Н.А., Горбунов А.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Современное высшее образование заключается в развитии личности специалиста в современных инженерных авиационных кадрах. Согласно исследованиям наблюдается тенденция к повышению интереса к учебной и научной деятельности, а так же особые условия формирования когнитивного интереса будущего специалиста в области авиастроения. Говоря о развитии когнитивного интереса будущего инженера, нельзя не упомянуть проблему развития личности специалиста, сложность и целостность социоинженерных задач, а так же возросшие требования к инженеру. Будущий инженер-специалист должен быть активным членом общества, развивающим избранную сферу деятельности, а также способным творчески и профессионально решать поставленные перед ним задачи. Информационной базой инженерной деятельности является большое количество разнообразных научных дисциплин таких как аэродинамика, проектирование ВС, автоматизация конструкторских работ, компьютерная графика. Знание перечисленных дисциплин позволяют формировать конструкторскую культуру специалиста. Специалист, умеющий нетрадиционно мыслить, ориентироваться на высокие технологии и быть активным в освоении нового способен решать не только производственные, но и эксплуатационные вопросы [1]. Компетентность специалиста обеспечивается познавательным интересом. Развитие когнитивного интереса будущего инженера лежит в основе формирования так называемых «ключевых квалификаций» (Э.Ф. Зеер) [2, 3], таких как владение компьютером, правовые и экономические знания, владение языком, готовность к смене занятий, то есть довольно объёмный слой образовательных составляющих, которые не относятся ни к общему, профессиональному образованию.

В качестве примера рассмотрим процесс создания привода на основе волновой передачи с телами качения. Проектирование привода на основе волновой передачи с телами качения для летательных аппаратов (ЛА) малой, средней и большой дальности, включает в себя ряд задач:

- в зависимости от динамических и статических требований и заданных габаритных размерах исполнительного механизма (ИМ) привода, необходимо рационально определить конструктивные параметры волновой передачи с телами качения;
- определить безлюфтовые профили рабочей поверхности жёсткого колеса и волнообразователя волновой передачи с телами качения;
- обосновать схемы и компоновки ИМ приводов на основе волновых

передач с телами качения, в том числе резервированного привода;

- проанализировать деформации и напряжения в волновых передачах с телами качения;

- на основе волновых передач с телами качения исследовать динамические и статические характеристики привода ЛА.

С постоянным развитием авиационной техники повышаются требования к массогабаритным характеристикам ИМ приводов ЛА. При разработке боевых, транспортных и пассажирских самолётов перспективным является использование силовых систем с единственным электрическим источником питания взамен централизованным гидравлическим силовым системам. Электрические силовые системы обладают преимуществом, которое заключается в отсутствии систем трубопроводов централизованных систем гидропитания, за счёт чего снижается вес ЛА, облегчается его эксплуатация и повышается боевая живучесть.

Питание автономных гидроприводов с дроссельным или объёмным регулированием, электростатических и электромеханических приводов осуществляется за счёт электрических силовых систем. Создать высокоэффективные электромеханические приводы управления рулевыми поверхностями ЛА различного типа, позволяют новые механические передачи, силовая электроника и электрические двигатели с высокой удельной мощностью.

Использование электромеханических приводов обуславливают проблемы, большая часть которых связана с особыми требованиями, предъявляемыми к механическим передачам. Механическая передача, применяемая в ИМ, включает в себя:

- большой ресурс и высокую надёжность;

- возможность использования резервированного электромеханического привода с суммированием моментов;

- лучшие показатели потребления энергии вместе с электродвигателем в сравнении с имеющимися и перспективными электрогидравлическими приводами;

- характеристики точности, которые обеспечивают требуемые законы движения привода, автоколебания не должны возникать из-за механической передачи;

- обеспечение простоты технологии и производства.

Один из основных факторов, который приводит к автоколебаниям, является люфт в механической передаче. Для получения большого передаточного числа в одной паре широко применяются зубчатые волновые передачи, которые обладают рядом достоинств:

- относительно других передач имеют существенно меньшие габариты и массы, при том же передаточном числе;

- за счёт многопарности зацепления обеспечивается малый люфт и высокая кинетическая точность;

- при работе обеспечивается меньший шум в сравнении с планетарной передачей;

– при массовом производстве имеет меньшую стоимость в сравнении с планетарной передачей;

– имеет возможность передачи движения с разделением двух сред.

В последние годы стало возможным совмещать функцию опорного устройства и редуктора. Совмещение свойств опорного устройства и редуктора в ИМ рулевого привода приводит к сокращению массогабаритных показателей и является перспективным развитием при разработке рулевых приводов ЛА [4, 5].

Таким образом, создание методики проектирования приводов ЛА на основе волновых передач является актуальной задачей для авиастроения. Недостаток или отсутствие информации, касающейся проектирования приводов на основе волновых передач с телами качения, вызывает сложности при их проектировании.

В связи с этим необходимо разработать педагогические условия, за счёт которых могут быть созданы и использованы методические указания по проектированию приводов на основе волновых передач с целью лучшего развития когнитивного интереса будущего специалиста при более глубоком изучении конструкторских направлений.

За счёт конструкторских дисциплин и практических занятий будущий специалист способен для большего развития когнитивного интереса. Для положительной динамики в развитии познавательного интереса необходима реализация подходящих педагогических условий, которые обеспечат погружённость большинства будущих инженеров в творческую деятельность.

По направлению подготовки «Авиастроение» научно-методическое обеспечение развития познавательного процесса включает: методические указания, учебные пособия, авторские методики, сборники профессионально ориентированных заданий.

Таким образом, характер соотношения параметров учебной мотивации у будущих инженеров характеризуется степенью выраженности наращиваемости интеллекта и обогащаемости личности, для них характерны принятие целей обучения и оценка вкладываемых в достижение усилий.

Список литературы

1. Абакумова, И.В. *Когнитивный стиль студента как фактор успешности его обучения* / И.В.Абакумова, И.П. Шкуратова / *Когнитивные стили*. Таллинн, 1986. С. 120 - 123.

2. Зеер, Э.Ф. *Психология профессий: учеб. пособие для вузов*/ Э.Ф. Зеер.-4-е изд., перераб., доп. - М.: Академический Проспект: Мир, 2006. – 332 с.- (Gaudeamus) - ISBN 5-8291-0655-8. - ISBN 5-902357-39-X.

3. Зеер, Э.Ф. *Психология профессионального развития: учеб. пособие*/ Э.Ф. Зеер.- 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2007. -240 с.: ил.. - (Высшее профессиональное образование). – Библиогр.: с. 237-238.- ISBN 978-5-7695-4482-8.

4. Осин, М.И. *Методы автоматизированного проектирования О-73 летательных аппаратов*. - М.: Машиностроение, 1984. - 168с.,ил.

5. Егер, С.М. Основы автоматизированного проектирования самолётов: Учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов./ С.М. Егер, Н.К. Лисейцев, О.С. Самойлович. - М.: Машиностроение, 1986. - 232 с.,ил.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В АВИАСТРОЕНИИ

Быкова И.С., Припадчев А.Д., Псянчина Ф.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Система автоматизированного проектирования (САПР) - организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимодействующего с подразделениями проектной организации, и выполняющая автоматизированное проектирование.

В основе системного подхода к построению типовых САПР отрасли выделяются четыре подсистемы, охватывающие основные этапы создания нового изделия, которые называются автоматизированные системы проектирования АСП; конструирования АСК; технической подготовки производства АСТПП и комплексных испытаний и отработки изделий АСКИО.

Под автоматизацией проектирования авиационной техники (АТ) понимается такой способ проектирования АТ, при котором все проектные операции и процедуры или их часть осуществляется взаимодействием человека и ЭВМ. Предметом автоматизации проектирования является формализация проектных процедур, структурирование и типизация процессов проектирования, постановки, модели, методы и алгоритмы решения проектных задач, а также способ построения технических средств, языков, программ, банков данных и вопросов их объединения в единую проектную систему.

Цели автоматизации проектирования АТ - повышение качества, снижение материальных расходов, сокращение сроков проектирования и ликвидация тенденции к увеличению числа инженерно-технических работников, занятых проектированием, повышения производительности их труда.

Авиационная техника представляет собой сложную техническую систему, состоящую из элементов, объединенных связями и оказывающих друг на друга определенное влияние. Система выступает как единое целое, но каждая ее часть имеет свое функциональное назначение. Например, рассматривать фюзеляж как объект проектирования следует во взаимодействии с остальными компонентами и определением его места в структуре ВС, учитывая влияние на него внешней среды. Проектирование сложной авиационной техники, ее компонентов осуществляется на сегодняшний день автоматизированно.

Особенно стремительное развитие САПР в авиастроении получили в середине 80-х годов, и к числу основных достижений можно отметить следующие.

1. Сроки проектирования и доводки самолетов сокращаются в 2-3 раза;
2. Улучшение технико-экономических показателей: уменьшение массы силовых конструкций летательных аппаратов – на 10-20%.

Успешное выполнение работ в области авиационной техники по созданию первых очередей САПР объяснялось следующими факторами:

1. Был создан и функционировал координационно-методический центр в области САПР, разработавший единую методологию создания

комплексной САПР;

2. Исключен параллелизм в разработке отдельных подсистем;

3. Реализованы и тиражированы типовые разработки САПР.

В области программного обеспечения основное внимание уделялось унификации и типизации структур и компонентов общесистемного программного обеспечения, совершенствованию технологии разработки прикладных программ.

В настоящее время положение САПР в отрасли определяется двумя основными факторами. Во-первых, вследствие слабого финансирования и непопулярности авиационной тематики социально - экономическая ситуация в АТ определяется недостаточностью высококвалифицированного кадрового потенциала и средств для создания САПР АТ, если учесть, что ее разработка - это крупная научно-техническая проблема и ее внедрение требует больших материальных затрат. Однако, с другой стороны, решение проблем САПР облегчается в большой степени бурным развитием в последние годы вычислительной техники и программным обеспечением к ней.

К числу современных прикладных программ, которые можно использовать при проектировании, следует отнести: AutoCad, КОМПАС, PROi, CATIA (графические редакторы), ANSYS CFX (вычислительная газогидродинамика), APM WinMachine (расчет и проектирование конструкций) и другие. Например, в курсе «Детали машин» с помощью системы расчета и проектирования механических конструкций и оборудования в области машиностроения APM WinMachine можно решать задачи по расчету различных передач, деталей машин и их соединений. Вместе с тем, указанные программы, весьма полезные для решения частных задач проектирования АТ, не могут охватить весь диапазон разнообразных процессов, возникающих при полете ВС. Существующие на рынке программных средств CAD/CAM/CAE — системы не могут решить задачи проектирования объектов заданного класса (ВС и частей ВС), так как не имеют подсистем расчета аэродинамических и летно-технических характеристик, и для разностороннего анализа проектируемого изделия необходимо создание его модели в нескольких системах. Синергетический эффект, достигнутый за счет создания единой информационно-технологической среды, позволит сократить срок разработки и снизить стоимость проектных работ и отказаться от реализации строго детерминированного алгоритма для решения задачи проектирования, т. е. «интеллектуализировать» САПР. Необходима разработка комплексной (интегрированной) САПР, состоящей из совокупности подсистем предыдущих различных видов (САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования, на базе системы управления базами данных (СУБД), на базе конкретного прикладного пакета. Актуальный на данный момент блочно- иерархический подход к проектированию подразумевает представление изделия в виде иерархических уровней. На низшем уровне изделие наиболее детализировано, рассматриваются базовые детали. Внедрение системы автоматизированного проектирования на предприятии возможно, только если оно принесет значительный экономический эффект, который

должен быть получен: на этапе потребления изделий, обладающими улучшенными потребительскими свойствами благодаря тому, что их свойства сформулированы технологиями спроектированными средствами САПР; на этапе использования в серийном и опытном производствах технологий, которые, благодаря тому, что они спроектированы средствами автоматизированного проектирования, обладают улучшенными производственно-технологическими показателями; непосредственно на этапе проектирования изделий и технологий.

Интеллектуализация САПР позволит системе:

- решать класс проблем, требующих различных методов или способов решения (не одним алгоритмом);
- делать выводы по проблемам, не разрешаемым на основе существующих моделей;
- логически делать выводы из данных при наличии неполной или статистически ограниченной информации;
- превосходить человека по производительности при решении определенного класса задач.

Список литературы

1. Бадягин, А.А. Проектирование пассажирских самолетов с учетом экономики эксплуатации / А.А. Бадягин, Е.А. Овруцкий. – М.: Машиностроение, 1964. – 296 с.
2. Егер, С.М. Основы автоматизированного проектирования самолетов: учеб.пособие для студентов авиационных специальностей вузов. / С.М. Егер, Н.К. Лисейцев, О.С. Самойлович. – М.: Машиностроение, 1986. – 232 с., ил.
3. Припадчев А.Д. Основные направления развития рынка гражданской авиации РФ на современном этапе / А.Д. Припадчев: – М., 2009. – Деп. в ВИНТИ 16.04.2009 №225–В2009.
4. Сарымсаков, Х.Г. Системы автоматизированного проектирования самолета / Х.Г. Сарымсаков. Н.З. Султанов: – М., 1985. – Деп. в ВНТИЦ 0285.0.051203. – 50 с.

ОЦЕНКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА»

Власов Ю.Л.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В данном исследовании объектом являлся вопрос организации процесса развития самостоятельной деятельности и оценки качества её сформированности у студентов. При изучении проблемы использовался комплекс исследовательских методов: прямого и косвенного наблюдения, опроса, беседы, качественного и количественного анализа оценок и самооценок, анкетирование, и изучение и анализ самостоятельной и учебной деятельности студентов [1], [2], [3].

Программа исследования была апробирована для дисциплины «Прикладные задачи динамики твердого тела» на группах вторых курсов направлений подготовки бакалавриата 190600.62 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов Оренбургского государственного университета. В эксперименте принимали участие 26 студентов.

Для начала, рассмотрим критерии развития индивидуальной самостоятельной деятельности как признаки, на основании которых производится определенная оценка.

Начальный критерий развития самостоятельной деятельности студентов – критерий достаточности знаний. Студент должен обладать определёнными элементарными знаниями и впечатлениями, без которых возникает интерес и положительная мотивация к познанию. Важным показателем наличия кругозора студентов при изучении дисциплины «Прикладные задачи динамики твердого тела» является знание основных терминов, теорем и законов динамики, владение методикой решения задач.

Уровни достаточности знаний студентов показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 - Уровни достаточности знаний студентов

Студенты, у которых познавательный кругозор характеризуется объёмом, широтой и глубиной знаний относятся к высокому уровню. Объем знаний этих студентов выходит далеко за пределы учебной программы, их знания основательны, широки и базируются на суждениях, которые они могут обосновать. Студенты этого уровня умеют анализировать, давать оценку любому явлению в процессе учебной деятельности. У студентов, относящихся

к данному уровню, есть потребность и умения оперировать полученными знаниями, самостоятельно извлекать их из различных источников и творчески применять полученные знания.

Следующий уровень - достаточный. У студентов данного уровня интерес к знаниям довольно избирательный. Строго выделяется обладание лишь «необходимой» информацией, знания приближены в основном к предусмотренной рабочей программой дисциплины учебной литературой. Довольно часто знания поверхностны и взяты из случайных источников, которые воспринимаются не критически, а как истина в последней инстанции.

О категории студентов среднего уровня достаточности знаний следует сказать, что их интерес к знаниям - неустойчивый, с существованием множества пробелов. Этот уровень знаний явно недостаточен, чтобы самостоятельно разбираться в основных понятиях и законах прикладных задач динамики твердого тела, находить взаимосвязь между этими понятиями, понимать значимость деятельности. Знания совершенно неосновательны и отрывочны. Эта категория студентов не отличается зрелостью в суждениях и поступках.

Четвёртый уровень — низкий. К нему относятся студенты, у которых знания по предмету отрывочны или же вообще отсутствует интерес к у различным видам деятельности. Они не знают и не могут найти толкование основных терминов и не понимают их сути, не могут высказывать обоснованные суждения о том или ином явлении в процессе учебной деятельности. Не имеют ни навыка, ни способности анализировать, их представления о сущности понятий основных терминов наивны, т.е. у них фактически нет знаний.

Следующим критерием развития самостоятельной деятельности является критерий формирования ценностного отношения к самостоятельной деятельности. Высокому уровню отношения к самостоятельной деятельности соответствуют студенты с развитым познавательным восприятием и высоким уровнем самостоятельности. У студентов этого уровня присутствуют разносторонние познавательные интересы, индивидуальные предпочтения. Они могут творчески применять полученные знания и имеют потребность систематически следить за своим развитием. Студенты чётко и обоснованно могут давать оценку собственной деятельности и не боятся самостоятельности суждения.

Студенты, находящиеся на достаточном уровне формирования отношения к предмету, способны к самостоятельной деятельности, однако, у них недостаточно развита избирательность восприятия. Интересы студентов этой группы, их предпочтения и потребности в приобретении новой информации и в использовании на практике случайны. Студенты данного уровня не умеют давать адекватную оценку собственной деятельности, и у них, как правило, отсутствует внутренняя потребность в таких операциях.

У студентов среднего уровня нет заинтересованности в самостоятельной деятельности и отношение к ней они высказывают по необходимости, либо по требованию преподавателя. Интересы, потребности и предпочтения

обусловлены причинами необходимостью сдать зачет или экзамен. Граница оценки самостоятельной деятельности не всегда адекватная и четкая.

Студенты, имеющие низкий уровень формирования ценностного отношения к самостоятельной деятельности, проявляют интерес к самостоятельному изучению предмета очень редко. У них отсутствуют чёткие, осознанные интересы, предпочтения и потребности. Полностью отсутствует умение оценивать собственную деятельность.

Следующим критерием развития самостоятельной деятельности студентов является их вовлечённость в самостоятельную деятельность. Этот критерий является показателем формирования творческой личности. Показателем того, что студент вовлечён в самостоятельную деятельность является развитие таких качеств, потребностей и способностей личности, которые превращают студента в творца познавательных ценностей, активного созидателя. Все это позволяет студенту не только пользоваться уже полученными знаниями, но и совершенствовать их. Самостоятельная деятельность обязательно должна быть внутренне мотивированной, целенаправленной, структурированной самим субъектом деятельности в соответствии с выполняемыми действиями и корректируемыми студентом. В характеристике этого критерия можно выделить те же уровни, что и для указанных выше критериев развития познавательной активности студентов. У студентов с высоким уровнем вовлеченности в самостоятельную деятельность выражена самостоятельная активная познавательная позиция, творческий подход, инициатива.

Студенты, имеющие достаточный уровень, в состоянии занять позитивную сторону по отношению к учебной деятельности обладают необходимыми и достаточными знаниями, умениями, навыками. Они вносят элементы самостоятельности в свою учебную деятельность и поведение и вынуждены заниматься самостоятельной деятельностью, поскольку в высшем учебном учреждении она обязательна, и предусмотрена рабочими программами.

Студенты, принадлежащие к среднему уровню в отношении к учебной деятельности, могут иметь простейшую мотивацию, способность к самостоятельной деятельности развита слабо.

При низком уровне вовлеченности в самостоятельную деятельность, студентов необходимо обеспечивать серьезным уровнем контроля, потому, что у них минимальное участие в самостоятельной и учебной деятельности и практически не развиты способности к выполнению самостоятельной деятельности.

Для определения фактического уровня развития самостоятельной деятельности будущих бакалавров техники и технологии была разработана анкета, состоящая из 30 вопросов, которые были сгруппированы в трех блоках. В первом студентам предлагались вопросы на познавательный кругозор. Во втором блоке – на ценностность отношения к самостоятельной деятельности, в третьем – на вовлеченность в самостоятельную деятельность при изучении прикладных задач динамики твердого тела. Ответы оценивались по

десятибалльной шкале.

Студент получал 10 баллов (высокий уровень) при полных и глубоких ответах на поставленные вопросы, хорошие знания и понимание того, что знания необходимо пополнять. К «низкому уровню» (1 балл) – неадекватные ответы, отсутствие знаний и отсутствие желания учиться.

На основании полученных данных были выделены четыре уровня имеющегося познавательного кругозора студентов: «низкий» - от 0 до 29 баллов, «средний» - от 30 до 59 баллов, «достаточный» - от 60 до 79 баллов, «высокий» - от 80 до 100 баллов.

В результате обработки анкет было установлено, что только 5% студентов имеют «высокий» уровень познавательного кругозора, 15% - «достаточный», 40% - «средний» и 40% - «низкий».

К «высокому» уровню второго блока анкеты, с помощью которого можно определить уровень сформированности ценностного отношения к самостоятельной деятельности, относились ответы, которые характеризуют устойчивое ценностное отношение к самостоятельной деятельности. К «низкому» уровню – ответы, характеризующие отрицательное отношение к самостоятельной деятельности или говорящие об отсутствии сформированного отношения к самостоятельной деятельности. «Высокий» уровень сформированности ценностного отношения к самостоятельной деятельности наблюдается у 6% студентов, «достаточный» - у 18%, «средний» – у 35%, «низкий» - у 41%.

Оценивая результаты ответов третьего блока анкеты, можно сделать вывод о том, что к «высокому» уровню отнесем ответы, которые характеризуют высокую степень вовлеченности в самостоятельную деятельность. К «низкому» уровню относятся ответы, которые характеризуют отсутствие вовлеченности в самостоятельную деятельность. «Высокий» уровень вовлеченности в самостоятельную деятельность наблюдается у 6% студентов, «достаточный» - у 20%, «средний» – у 30%, «низкий» - у 44%.

Анализируя, полученные результаты, можно заметить и сделать вывод о низком уровне вовлеченности многих студентов в самостоятельную деятельность. Вместе с тем, в этих же учебных группах учатся студенты, правда их немного, с достаточным объемом знаний и желанием познать как можно больше. Необходимо также отметить, что в среднем уровень развития самостоятельной деятельности студентов с каждым годом понижается.

Список литературы

1. Гаврилов, А.А. Автоматизирование формирования заданий для самостоятельной работы студентов на примере задач по разделу «Динамика системы» по дисциплине «Теоретическая механика» // А.А. Гаврилов, Н.А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. — Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. — С.603-607. — ISBN 978-5-4417-0161-7.

2. Морозов, Н.А. Оценка самостоятельной деятельности студентов технических направлений подготовки / Н. А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. — Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. — С. 373-376.

3. Морозов, Н.А. Использование балльно-рейтинговой системы в преподавании теоретической механики // Н. А. Морозов, А.А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. — Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. — С.377-379.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ДЕЛЕ»

Гаврилов А.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Один из методов обучения состоит в применении модульной технологии в качестве средства практического внедрения педагогической науки, переводящего научные положения на язык практических педагогических действий. Использование модульной технологии также позволяет активизировать самостоятельную деятельность студентов.

Разработана модульная технология обучения по дисциплине "Компьютерные технологии в инженерном деле" (КТВИД), преследующая цель развить индивидуальное творческое мышление студентов, сделать работу студента в течение семестра равномерной и ритмичной. Функции педагога при этом варьируются от контролирующе-информационной до консультативно-координирующей.

Сущность дидактического процесса при модульной технологии заключается в разбиении содержания обучения на автономные организационно-методические модули (блоки). Объем и содержание блоков, в свою очередь, меняются в зависимости от профильного и уровневого разделения студентов и дидактических целей. При этом создаются условия для определения индивидуального направления изучения учебного курса.

На эффективность процесса обучения оказывают влияние множество факторов, в первую очередь, соответствие содержания курса возможностям каждого учащегося. Между тем, даже соблюдении этого условия в процессе изучения КТВИД возникают сложности, например, из-за неумения студентов даже старших курсов выбирать оптимальные пути усвоения материала.

Возможность преодоления этих сложностей состоит в реализации возможности разностороннего методического консультирования:

- для облегчения усвоения информации, учебный материал содержится в модулях с применением личных объяснительных методов;
- предлагаются разные методы и направления усвоения содержания курса, которые студент может выбирать самостоятельно или опираться на свой личный опыт;
- проведение методического консультирования по организации процесса обучения преподавателем. Как альтернатива может выступать применение различных методов и организационных схем обучения, которые наиболее подходят для усвоения конкретного содержания;
- использование преподавателем своих собственных методов и организационных схем обучения и свободный выбор уже предложенных методов и организационных целей.

Максимальная активность обучающихся и выполнение консультативно-координирующей функции преподавателем на основе индивидуального подхода к каждому студенту являются обязательным условием эффективности педагогического процесса. При использовании модульной технологии обучения студент может самостоятельно организовать усвоение нового материала и подготовку к занятиям, решать проблемные вопросы, участвуя в исследовательской деятельности и т.п.

Применение модульной технологии при планировании процессов преподавания КТВИД в высшей школе делает возможным:

- осуществление в дидактическом единстве интеграции и дифференциации содержимого курса, с помощью группировки проблемных модулей учебного материала в наиболее полном и сокращенном вариантах, что решает проблему уровня и профильного разделения;
- использование проблемных модулей в качестве сценариев для создания педагогических программных средств;
- перенесение акцента при работе преподавателя в сторону консультативно-координирующих функций при управлении познавательной деятельностью студентов;
- сокращение курса обучения без потерь для полноты и глубины изложения материала на основе соответствующего комплекса форм и методов обучения.

При разработке модулей, цель состоит в разделении содержания курса или каждой темы курса на составляющие, которые соответствуют профессиональным, педагогическим и дидактическим задачам, в определении для каждого компонентов подходящих видов и форм обучения, в согласовании их во времени и интеграции в едином комплексе. Соответственно, каждый модуль будет представлять собой совокупность различных форм и видов обучения, которые подчиняются теме учебного курса или научно-технической проблеме. Рамки модуля формируются установленной совокупностью теоретических знаний, навыков и практических действий, которые необходимы будущим специалистам для формирования и решения научно-технических задач в данном направлении.

В основе технологии проектирования модулей и модульных программ лежат следующие положения:

- основой для формирования целей программы модульного обучения и модулей являются соответствующие государственные образовательные стандарты и учебные планы по специальности;
- при фундаментальной подготовке в высшей школе для студентов технических направлений возникают ряд сложностей: представления о будущей специальности являются поверхностными, присутствуют сомнения в правильности выбора профессии, объем научной разносторонней информации является большим. В связи с этим, целесообразно задание контекста будущей профессиональной деятельности уже в учебном процессе, что может найти отражение в использовании блоков профессионально-прикладного характера. Разработка наполнения таких блоков возможно с использованием

существующих межпредметных и межкафедральных связей в ВУЗе, что будет являться дополнительным условием применения технологии модульного обучения в процессе фундаментальной подготовки специалистов;

- доля времени, приходящегося на индивидуальную работу преподавателя со студентами, удельный вес которой особенно велик в технологии модульного обучения, увеличивается. Информационный характер традиционного изложения университетских курсов фундаментальных дисциплин, в конечном итоге, характеризуется большим количеством новой информации, усвоение которой, кроме всего прочего, может затрудняться большой численностью студентов. Модульное обучение помогает исключить эти проблемы с помощью использования разнообразных форм самостоятельной работы студентов, в том числе с модульными программами и модулями;

- имеющиеся ГОСТы и учебные планы по специальности не содержат жестких требований к объему содержания отдельных частей курса и порядка их изложения и, соответственно, дают возможность комбинирования конкретных разделов дисциплин в содержании учебного материала и времени его изучения.

Таким образом, весь курс КТВИД разделен на модули, соответствующие изучаемым программным средствам и их основным разделам (рисунок 1).

В первом модуле изучается система КОМПАС-3D. С этой системой студенты уже знакомы с предыдущих курсов, поэтому задачей является повторение полученных знаний и умений, проверка имеющихся навыков работы с системами компьютерного моделирования.

Во втором модуле студенты переходят к изучению системы АРМ WinMachine. Задачей является совершенствование навыков работы в системах компьютерного моделирования как отдельных деталей, так и систем тел. Так же, во втором модуле проводится знакомство с расчетом рассматриваемых объектов, основанном на методе конечных элементов.

Студенты на данном этапе должны не только обладать навыками работы с системами моделирования, но и обладать знаниями по статическому и динамическому расчету деталей машин и конструкций, уметь проводить конечно-элементный анализ.

Основной задачей третьего модуля, наряду с совершенствованием навыков работы с системами компьютерного проектирования, является изучение системы Autodesk Inventor. При этом, также рассматриваются возможности импорта-экспорта моделируемых объектов между различными системами.



Рисунок 1 –Основные модули дисциплины

В обеспечение каждого модуля входит необходимый дидактический и методический материал, перечень основных понятий, навыков и умений, которые необходимо усвоить в ходе обучения. Этот перечень становится базой для программы промежуточного контроля, который выполняется в виде специально разработанной системы тестирования, включающей в себя вопросы по всем модулям. Это позволяет студенту не только получить оценку, но и выяснить уровень своих знаний, получить рекомендации.

Для каждого модуля формируется справочный и иллюстративный материал, список рекомендуемой литературы, которые выдаются студенту перед началом его изучения. Студенты переходят от модуля к модулю по мере усвоения материала и проходят этапы текущего контроля независимо от своих товарищей.

Таким образом, при модульном формировании курса появляется возможность осуществлять перераспределение времени, отводимого учебным планом на его изучение, по разным видам учебного процесса, расширяется доля практических и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы

студентов.

Список литературы

1 Власов Ю.Л. Модульное обучение студентов транспортных направлений подготовки бакалавриата по дисциплине «Теоретическая механика» / Ю.Л. Власов, Л.И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. С 1266-1269.

2 Власов Ю.Л. Модульная технология обучения студентов транспортных по дисциплине «Прикладные задачи динамики твердого тела» / Ю.Л. Власов, Л.И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. С 214-218.

3 Морозов Н.А. Оценка самостоятельной деятельности студентов технических направлений подготовки / Н.А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. С 373-476.

4 Куча Г.В. Организация самостоятельной работы студентов при преподавании теоретической механики / Г.В. Куча, И.И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. С 344-347.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Гаврилов А.А., Кудина Л.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Оренбургский
государственный университет», г. Оренбург

Отдельные элементы авиационной техники представляют собой тонкостенные стержни как открытого, так и замкнутого профиля. Примером могут быть тяги устройств управления. При исследовании работы таких конструкций необходимо учитывать не только статическое состояние, но и частоты собственных колебаний. Учет частот позволяет предотвратить возникновение резонанса. Кроме того, в процессе колебаний стержни могут разрушиться в связи с их недостаточной прочностью. К стержню прикладывается внешняя нагрузка, и после ее снятия стержень продолжает совершать колебания. Изменение формы стержня является причиной возникновения в сечениях ВСФ, а, следовательно, и напряжений. При превышении напряжениями допускаемых значений, происходит разрушение стержня.

В исследовании определялись главные формы собственных изгибных колебаний тонкостенных стержней, исходя из обеспечения желаемых жесткости и внутренних силовых факторов. Определялись максимальные напряжения в сечениях стержня и проверялись условия прочности.

Матричное уравнение изгибных колебаний стержня в безразмерных величинах имеет вид:

$$\begin{bmatrix} \tilde{\eta}(z) \\ \beta_1(z) \\ \tilde{M}_1(z) \\ \tilde{Q}_2(z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}(z) & A_{12}(z) & A_{13}(z) & A_{14}(z) \\ A_{21}(z) & A_{22}(z) & A_{23}(z) & A_{24}(z) \\ A_{31}(z) & A_{32}(z) & A_{33}(z) & A_{34}(z) \\ A_{41}(z) & A_{42}(z) & A_{43}(z) & A_{44}(z) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \tilde{\eta}(0) \\ \beta_1(0) \\ \tilde{M}_1(0) \\ \tilde{Q}_2(0) \end{bmatrix} \quad (1)$$

где $\tilde{\eta}(z) = \frac{\eta(z)}{h}$, $\beta_1(z)$, $\tilde{M}_1(z) = \frac{M_1(z)h}{EJ_1}$, $\tilde{Q}_2(z) = \frac{Q_2(z)}{\rho F \omega^2 h^2}$ - безразмерные

величины, характеризующие прогиб, угол поворота сечения, изгибающий момент и поперечную силу;

$\tilde{\eta}(0) = \frac{\eta(0)}{h}$, $\beta_1(0)$, $\tilde{M}_1(0) = \frac{M_1(0)h}{EJ_1}$, $\tilde{Q}_2(0) = \frac{Q_2(0)}{\rho F \omega^2 h^2}$ - безразмерные

значения прогиба, угла поворота сечения, изгибающего момента и поперечной силы в сечении на левом конце стержня;

$A_{ij}(z)$ - элементы матрицы.

Для решения системы необходимы условия закрепления стержня. Дополнительно, формулируются требования, предъявляемые к жесткости

конструкции, в частности, ограничения по допускаемому прогибу.

В дальнейшем рассматривался стержень с шарнирным закреплением концов с граничными условиями:

$$\tilde{\eta}(0) = 0, \tilde{M}_1(0) = 0, \tilde{\eta}(l) = 0, \tilde{M}_1(l) = 0, \quad (2)$$

где l – длина стержня.

Зависимость между неизвестными параметрами на левом конце стержня имеет вид:

$$\frac{\beta_1(0)}{\tilde{Q}_2(0)} = \sqrt{\frac{A_{14}(l) \cdot A_{34}(l)}{A_{12}(l) \cdot A_{32}(l)}}. \quad (3)$$

Максимальная величина прогиба $\tilde{\eta}_{\max}$ возникает при первой главной форме колебаний и находится при $z = l/2$. Условие жесткости принимает вид:

$$\tilde{\eta}_{\max} = \tilde{\eta}(l/2) \leq \frac{[\eta]}{l}. \quad (4)$$

Выражения (4) и (2), позволяют вычислить оставшиеся неизвестные условия:

$$\begin{aligned} \beta_1(0) &= \frac{\tilde{\eta}_{\max}}{A_{12}(l/2) + A_{14}(l/2) \sqrt{\frac{A_{12}(l) \cdot A_{32}(l)}{A_{14}(l) \cdot A_{34}(l)}}}; \\ \tilde{Q}_2(0) &= \frac{\tilde{\eta}_{\max}}{A_{14}(l/2) + A_{12}(l/2) \sqrt{\frac{A_{14}(l) \cdot A_{34}(l)}{A_{12}(l) \cdot A_{32}(l)}}}. \end{aligned} \quad (5)$$

В дальнейшем исследуются главные формы колебаний. Функции для рассматриваемых величин позволят найти экстремумы и определить опасные сечения.

Выражения для определения максимальных эквивалентных напряжений при изгибе:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M_1 y}{J_1}, \\ \tau &= \frac{S_1^* Q_2}{\delta J_1}, \end{aligned} \quad (6)$$

где M_1 - изгибающий момент;

y - координата точки сечения по оси y ;

S_1^* - статический момент отсеченной части x ;

Q_2 - поперечная сила;

δ - толщина стенки стержня.

Опасные точки рассматриваемого сечения показаны на рисунке 1.

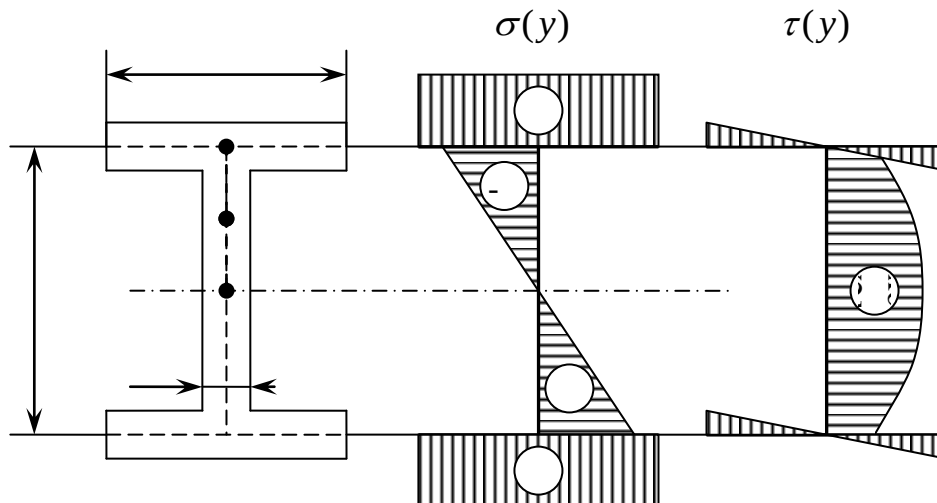


Рисунок 1 – Сечение стержня и эпюры касательных и нормальных напряжений

Фактическое напряженное состояние стержня заменялось эквивалентным ему линейным напряженным состоянием.

В качестве примера рассматривался двутавровый стержень со следующими размерами в относительных величинах: $\tilde{h} = 1$; $\tilde{b} = 0,8$; $\tilde{\delta} = 0,05$; $\tilde{l} = 20$. Материал – сталь. Допускаемый прогиб $[\eta] = 0,001l$, допускаемое нормальное напряжение $[\sigma] = 150$ МПа.

Частоты первых трех главных форм приняли значения: 0,211; 0,824; 1,785; 3,033.

Из (5) $\beta_1(0) = -3,1 \cdot 10^{-3}$; $\tilde{Q}_2(0) = -3,14 \cdot 10^{-3}$.

В дальнейшем строились эпюры внутренних силовых факторов (рисунок 2а):

$$\begin{bmatrix} \tilde{\eta}(z) \\ \beta_1(z) \\ \tilde{M}_1(z) \\ \tilde{Q}_2(z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{12}(z) & A_{14}(z) \\ A_{22}(z) & A_{24}(z) \\ A_{32}(z) & A_{34}(z) \\ A_{42}(z) & A_{44}(z) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \beta_1(0) \\ \tilde{Q}_2(0) \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Определялись касательные, нормальные и эквивалентные напряжения. Эпюры распределения безразмерных напряжений (напряжений отнесенных к модулю Юнга) по длине стержня в точках 1, 2 и 3 сечения (рисунок 1) приведены на рисунке 2б.

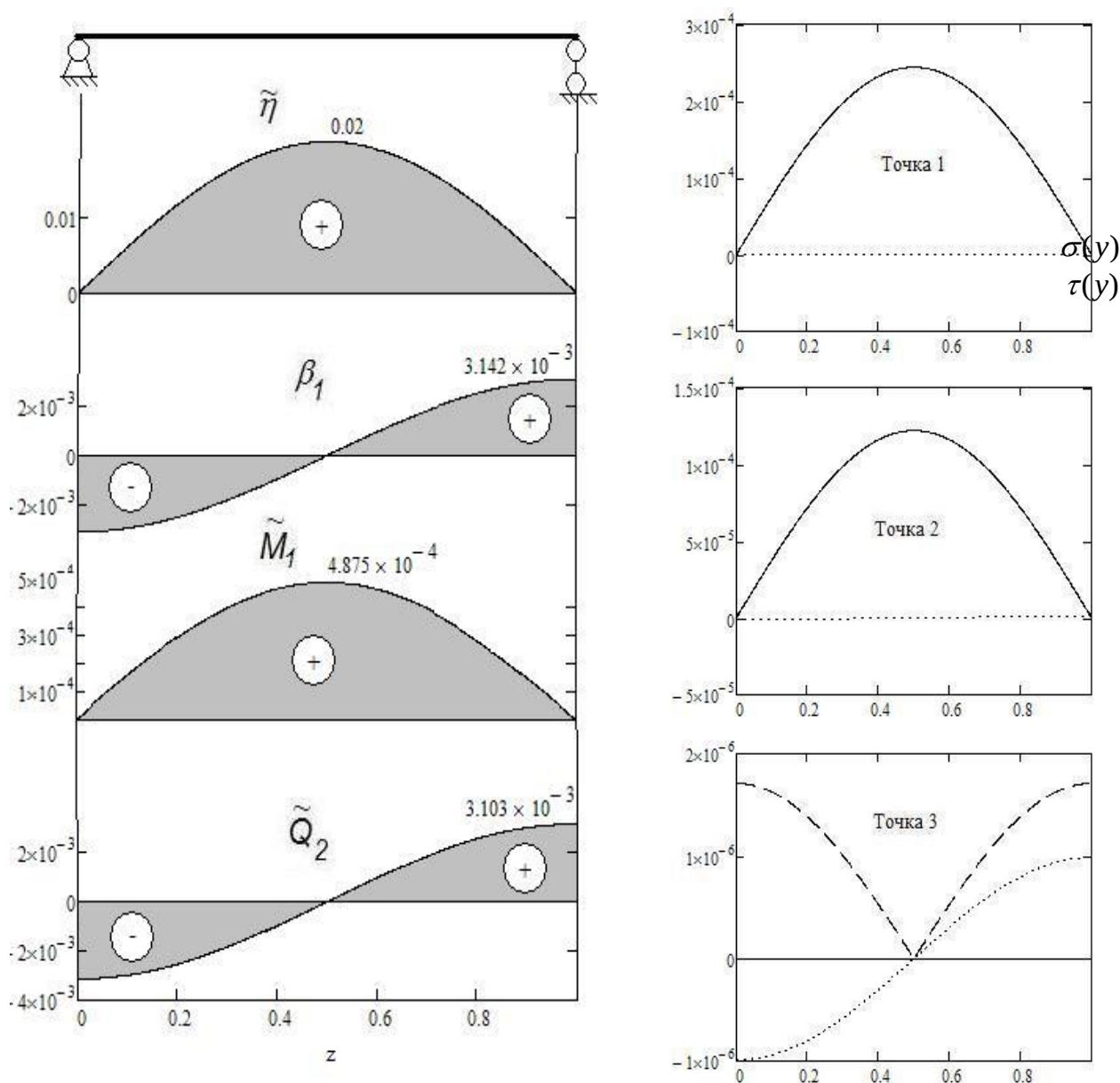


Рисунок 2 – а) эпюры прогибов, углов поворота сечений, моментов и сил в сечениях, б) эпюра безразмерных напряжений в точках 1, 2 и 3 сечения (— $\tilde{\sigma}$, $\tilde{\tau}$, --- $\tilde{\sigma}_{экр}$)

В связи с тем, что влияние касательных напряжений незначительно, в качестве опасной точки выступит точка 1 сечения с координатой $z=l/2$. Эквивалентное напряжение в этой точке $\tilde{\sigma}_{экр} = 0,243 \cdot 10^{-3}$, $\sigma_{экр} = E \cdot \tilde{\sigma}_{экр} = 51,2$ МПа. Таким образом, рассматриваемый стержень соответствует условиям прочности и жесткости.

В итоге можно сделать вывод, что предлагаемый подход позволяет при проектировании стержневых тонкостенных конструкций, работающих на изгиб, обеспечить одновременно их прочность и жесткость, определить зависимости между допускаемыми прогибами (углами поворота сечения) и напряжениями, возникающими в стержне.

Список литературы

1 Гаврилов, А.А. Прочность и жесткость тонкостенных стержней при изгибных колебаниях / А.А. Гаврилов, Н.А. Морозов // Вестник Оренбургского государственного университета. –Оренбург, №12, 2012. С 253-257.

2 Гаврилов, А.А. Прочность и жесткость тонкостенных стержней при изгибных колебаниях Расчет прочности тонкостенных стержней при изгибных колебаниях с помощью фиктивных нагрузок / А.А. Гаврилов, Н.А. Морозов, Ю.Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, №1, 2014. С 167-170.

ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА СОВРЕМЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Гаврилова М.В.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Из-за особенностей конструкции летательных аппаратов и предъявляемых к ним требованиям авиационное сборочное производство значительно отличается от сборки других изделий машиностроения. Главное отличие – большая трудоемкость и специфическое сборочное оснащение. Если в других областях машиностроения основной удельный вес по трудоемкости составляет изготовление деталей, а процессы сборки вносят в общую трудоемкость 10-20%, то в производстве летательных аппаратов стоимость сборочных процессов превышает 50%. Данная статья является обзором особенностей сборки летательных аппаратов.

Основными факторами, определяющими специфику сборочных работ, являются:

а) Многодетальность летательного аппарата.

б) Малая жесткость элементов конструкции. Большинство деталей имеют малую жесткость и при сборке самопроизвольно могут изменить свою форму под действием веса или технологических усилий, возникающих при выполнении соединений. В связи с этим, для придания заданной формы собираемому объекту из нежестких деталей нужны формозадающие приспособления. Сами по себе они являются сложными техническими конструкциями. Стоимость их проектирования и изготовления иногда выше, чем стоимость собираемого агрегата.

в) Сложность пространственных форм. Практически отсутствуют простые поверхности (присущие изделиям большинства видов машиностроения) – плоскость, цилиндр, конус. Сборка агрегатов и узлов с нелинейчатой поверхностью сопряжена с большими проблемами точной увязки входящих деталей.

г) Большие размеры некоторых летательных аппаратов.

д) Наличие большого количества подвижных частей, которые изменяют форму летательного аппарата в полете, на взлете и посадке. В первую очередь, это: органы управления и механизации, шасси, вооружение и т.п.

е) Высокие требования к точности изготовления летательного аппарата.

ж) Высокие требования к герметичности как пассажирских кабин, так и гидравлических и топливных систем с учетом вибрационного нагружения летательного аппарата.

з) Требования к комфорту пассажирских салонов, т.е. решение проблем звукоизоляции и звукопоглощения.

и) Многообразие применяемых материалов: металлические сплавы большой номенклатуры, композиционные материалы, неметаллы и т.п.

к) Многообразие видов соединений: клепаных, болтовых, сварных, паяных, клеевых и т.п. Сложные условия для выполнения соединительных швов - замкнутость объема агрегатов и отсутствие двухстороннего доступа. Высокие требования к надежности соединительных швов.

л) Высокое кооперирование производства. Считается целесообразной схема работы, при которой отдельные узлы и агрегаты изготавливаются на разных заводах, а потом поступают на общую сборку на один завод.

м) Малая серийность производства. Это обстоятельство ограничивает применение очень дорогих специальных средств производства для сборки (например, сборочных роботов, применяемых в автомобилестроении). Доля ручного труда в производстве летательных аппаратов в сравнении с другими машиностроительными отраслями остается высокой.

Принципиальная схема изготовления планера самолета представлена на Рисунке 1.

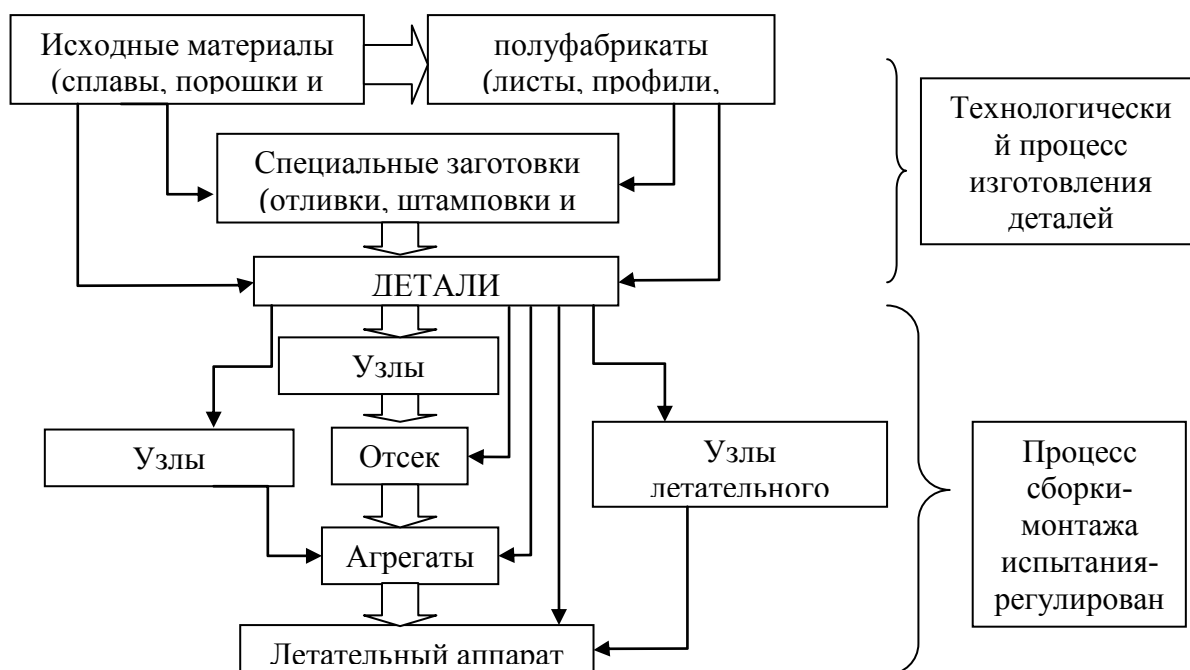


Рисунок 1 - Принципиальная схема изготовления

Сборочный процесс, являясь конечным этапом изготовления аппарата, имеет определяющее значение для всего производства. Это выражается в том, что применяемые физико-химические методы обработки деталей должны обеспечить технологические требования сборки и контроля в отношении точности форм, размеров, качества поверхности, взаимозаменяемости, свойств материалов и т.д. А это, в свою очередь, обуславливает определенные требования к заготовкам, полуфабрикатам, комплектующему оборудованию и аппаратуре.

Необходимость членения любого летательного аппарата на детали, узлы, панели, отсеки, и агрегаты диктуется требованиями производства и необходимостью иметь конструктивные, эксплуатационные разъемы и стыки.

Стыковка – сборка применительно к относительно крупным и достаточно жестким отсекам и агрегатам (хвостовой отсек, несущие баки ракеты-носителя, ступени летательных аппаратов и т.п.) Следует отметить, что наличие конструктивных разъемов обусловлено функциональным назначением выделяемых подконструкций.

Технологические стыки создаются с учетом возможностей производства на данном этапе его развития и определяются, в частности, габаритными размерами оборудования. Эксплуатационные разъемы и стыки создаются с целью замены, осмотра и регулирования различных механизмов и систем в процессе эксплуатации летательного аппарата. В некоторых случаях эксплуатационные разъемы вызваны ограничениями габаритных размеров отдельных агрегатов по условиям их перевозки и хранения на складах. Для обеспечения эксплуатации и подходов к элементам конструкции и отдельным механизмам наряду с эксплуатационными разъемами делаются различные специальные смотровые лючки, закрывающиеся крышками.

Степень членения летательного аппарата на сборочные единицы зависит, как правило, от его конструкции и программы выпуска. Увеличение объема членения позволяет широко механизировать и автоматизировать сборочные работы, расширить фронт работ и специализировать труд рабочих. В результате этого повышается производительность труда, сокращается производственный цикл сборки и улучшается качество продукции. Вместе с тем, при увеличении членения увеличивается количество сборочной оснастки и затраты на подготовку и основное производство.

Сборка организуется по схеме параллельно-последовательных операций. В схему сборки вносят указания о порядке комплектования собираемого изделия деталями и узлами, а также технические требования на детали и узлы, определяющие, в каком виде они подаются на сборку.

Среднестатистический летательный аппарат состоит на 70% из алюминиевых и других легких сплавов, на 20% из неметаллов. Тенденция снижения применения легких сплавов пока не наблюдается. При сборочных работах широко выполняются следующие операции:

- Обработка сопряженных поверхностей
- Обработка отверстий под болты и заклепки
- Сварка
- Правка при сборке (упругие деформации)
- Штамповка гнезд под потайные головки болтов и заклепок.

Таким образом, для сборки летательных аппаратов требуются оптимальные технологические процессы сборки сложных изделий, необходимы трудоёмкие вычисления, связанные с выбором схемы сборки, с расчетом точности сборки, с нормированием трудоёмкости и расчётом технологической себестоимости сборки и т.п.

Эффективность решения многих конструктивных и производственных проблем во многом зависит от уровня технического, технологического и организационного развития сборочных производств. Этот уровень определяется, в первую очередь, теми методами сборки, которые

закладываются при подготовке производства и используются в серийном производстве новых изделий, в частности авиационной техники.

Список литературы

1. *Комаров Ю.Ю. Основы технологии производства летательных аппаратов: учебное пособие - Москва, 2009. – 199 с. – ISBN 978-5-7035-2109-0.*
2. *Конспект лекций «Методы сборки панелей, узлов, отсеков и агрегатов вертолётов» по разделу курса «Технология сборки летательных аппаратов». – Ростов н/Д, 2004, 36 с..*

АСПЕКТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ В АВИАСТРОЕНИИ

Горбунов А.А., Горьков В.С., Припадчев А.Д.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Оренбургский
государственный университет», г. Оренбург**

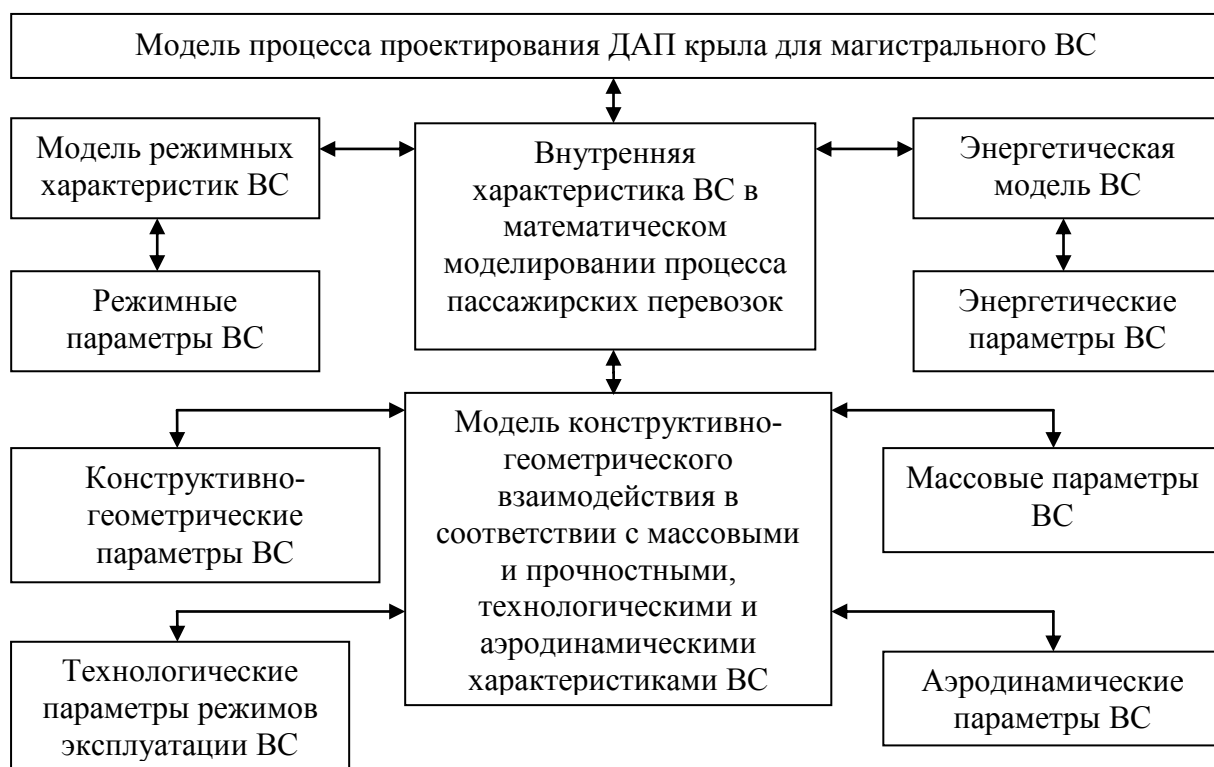
В процессе подготовки и обучения высококвалифицированных специалистов в области авиастроения в современных условиях требуется новый подход к тактике и стратегии обучения. Суть такого подхода заключается в формировании компетентности в области профессиональной деятельности будущего специалиста, работающего в авиационном кластере машиностроения, включающую в себя: проектно-конструкторские, расчетно-проектные, экспериментально-исследовательские и организационно-управленческие компетентности.

В сложившихся обстоятельствах существенную роль необходимо отводить созданию и поддержанию на высоком уровне познавательного интереса обучаемых [1, 2]. Кроме того, специалист должен уметь решать не только производственные, эксплуатационные и управленческие вопросы, но и обладать специализирующими качествами исследователя, проектировщика, инструктора.

Проектирование воздушного судна (ВС) — сложный видоизменяющийся во времени процесс, в котором ВС представлено системой взаимосвязанных компонентов. Эти компоненты находятся в постоянном взаимодействии между собой, выполняют определённые функции, присущие каждому из них, но в совокупности образуют целостный технический объект с определённым набором характеристик, выражаемых как единое целое (технический объект). Проектировать технический объект целесообразно с использованием систем автоматизированного проектирования, применение которых будет ограничиваться только процессом формализации проектных задач. Немаловажную роль в проектировании технического объекта играет его декомпозиция. При этом проектировщик должен выделить объект проектирования, рассмотреть его как в отдельности, так и при взаимодействии с другими компонентами. И здесь на первое место будут выходить сформированные в процессе обучения специалиста компетентности профессиональной деятельности.

В качестве примера рассмотрим задачу автоматизированного проектирования дополнительных аэродинамических поверхностей (ДАП) крыла, входящих в аэродинамический облик ВС, реализацию которой проведем с использованием математической модели, позволяющей решить конкретную задачу по проектированию ДАП крыла для магистрального ВС, а так же провести выбор необходимого типа ДАП для определенного ВС.

Структура математической модели процесса проектирования ДАП крыла магистрального ВС, представлена на рисунке [3].



Структура математической модели процесса проектирования ДАП крыла ВС

В основу целевой функции взята общая сумма расходов на все рейсы всех маршрутов, при сохранении (увеличении) показателя дохода [1]

$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{npj} \cdot I_j \rightarrow \min, \quad (1)$$

где c_{ij} — производственные расходы на i -ом маршруте j -ого типа; I_j — индекс эффективности.

В качестве ограничений выступают конструктивно-геометрические, массово-прочностные, режимные, энергетические и аэродинамические характеристики

$$\text{Ограничения} \left\{ \begin{array}{l} 0,71 \leq V_{ij} \leq 0,9; 9,5 \leq H_{ij} \leq 14; 1430 \leq L_{ij} \leq 15000. \\ 1,7 \leq \lambda_{крj} \leq 4,5; 0,2 \leq \bar{c}_j \leq 0,75; 37,1 \leq l_{фj} \leq 58,8; \\ 2,9 \leq d_{фj} \leq 5,64; 3,5 \leq S_{мфj} \leq 14,13; 6 \leq \lambda_{фj} \leq 12,8; \\ 1,2 \leq \lambda_{нчj} \leq 2,5; 2 \leq \lambda_{хв.чj} \leq 4; 0,4 \leq A_{20j} \leq 0,55; \\ 0,04 \leq A_{воj} \leq 0,12; 1,8 \leq \lambda_{ДАП} \leq 4,8; 1,2 \leq \eta_{ДАП} \leq 2,6; \\ 0,07 \leq \bar{c}_{ДАП} \leq 0,2; 0,02 \leq \bar{S}_{ДАП} \leq 0,08. \\ 20,6 \leq m_{0ij} \leq 560. \\ 8,5 \leq k_{a.э.} \leq 20; 10 \leq K_{max} \leq 25; 0,12 \leq c_{xi} \leq 0,5. \\ 2,2 \leq C_{чacj} \leq 8; 0,1 \leq \gamma_{\partial в j} \leq 0,19; 963 \leq D_j \leq 1900. \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где V_{ij} — скорость полета, км/ч; H_{ij} — высота полета, км; L_{ij} — дальность полета, км; $\lambda_{крj}$ — удлинение крыла; $\bar{c}_j$ — относительная толщина крыла; $l_{фj}$ — длина фюзеляжа, м; $d_{фj}$ — диаметр фюзеляжа, м; $S_{мфj}$ — площадь миделевого сечения фюзеляжа, м²; $\lambda_{фj}$ — удлинение фюзеляжа; $\lambda_{нчj}$ — удлинение носовой части фюзеляжа; $\lambda_{хв.чj}$ — удлинение хвостовой части фюзеляжа; $A_{зоj}$ — статический момент горизонтального оперения; $A_{воj}$ — статический момент вертикального оперения; $\lambda_{ДАП}$ — удлинение ДАП поверхности; $\eta_{ДАП}$ — сужение ДАП; $\bar{c}_{ДАП}$ — относительная толщина ДАП; $\overline{S_{ДАП}}$ — относительная площадь ДАП; m_{0ij} — масса ВС, т; $k_{а.э.}$ — коэффициент аэродинамической эффективности; K_{max} — максимальное аэродинамическое качество; c_{xi} — индуктивное сопротивление; $C_{часj}$ — часовой расход топлива, т/час; $\gamma_{двj}$ — удельный вес двигателей.

Переменными служат технологические характеристики

$$\text{Переменные} \left\{ \begin{array}{l} 1,8 \cdot 10^6 \leq C_{ij} \leq 3,7 \cdot 10^6; \\ 0 \leq c_{npj} \leq 1,77 \cdot 10^8; \\ 2169,3 \leq Y_j \leq 15277,8. \end{array} \right\}, \quad (3)$$

где C_{ij} — параметр оценки воздушной линии в относительных единицах; Y_j — параметр оценки ВС в относительных единицах; c_{npj} — производственные расходы на i -ом маршруте j -ого типа.

Показателем эффективности ВС является индекс эффективности ВС. Индекс эффективности ВС представляется необходимым с технологической точки зрения, как удобная величина при ее использовании в процессе проектирования ДАП крыла для магистрального ВС. Индекс эффективности ВС является линейной функцией шести характеристик

$$I_{\mathcal{O}} = RD + CGD + MD + ED + TD + AD, \quad (4)$$

где RD — режимные характеристики

$$RD = k_{веси} \cdot \overline{M} + k_{веси} \cdot \overline{H}, \quad (5)$$

где $k_{веси}$ — весовой коэффициент, закрепленный за i -тым параметром; $\overline{M}$ — скорость полета в относительных единицах; $\overline{H}$ — высота полета в относительных единицах.

CGD — конструктивно-геометрические характеристики

$$CGD = k_{\text{веси}} \cdot \overline{l_{кр}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{l_{\phi}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{d_{\phi}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{\lambda_{\phi}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{\lambda_{нч}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{l_{ДАП}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{\lambda_{ДАП}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{\eta_{ДАП}}, \quad (6)$$

где $\overline{l_{кр}}$ — длина крыла в относительных единицах; $\overline{l_{\phi}}$ — длина фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{d_{\phi}}$ — диаметр фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{\lambda_{\phi}}$ — удлинение фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{\lambda_{нч}}$ — удлинение носовой части в относительных единицах; $\overline{l_{ДАП}}$ — удлинение носовой части в относительных единицах; $\overline{\lambda_{ДАП}}$ — удлинение носовой части в относительных единицах; $\overline{\eta_{ДАП}}$ — удлинение носовой части в относительных единицах.

MD — массовые характеристики и прочностные

$$MD = k_{\text{веси}} \cdot \overline{m_0} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{m_{нн}}, \quad (7)$$

где $\overline{m_0}$ — нормальная взлетная масса ВС в относительных единицах; $\overline{m_{нн}}$ — масса полезной нагрузки ВС в относительных единицах.

ED — энергетические характеристики

$$ED = k_{\text{веси}} \cdot \overline{C_{\text{час}}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{m} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{\gamma_{\text{дв}}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{D}, \quad (8)$$

где $\overline{C_{\text{час}}}$ — часовой расход топлива в относительных единицах; $\overline{m}$ — степень двухконтурности двигателя в относительных единицах; $\overline{\gamma_{\text{дв}}}$ — удельный вес двигателя в относительных единицах; $\overline{D}$ — максимальный диаметр двигателя в относительных единицах.

TD — технологические характеристики

$$TD = k_{\text{веси}} \cdot \overline{a_{np}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{\Pi} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{Y}, \quad (9)$$

где $\overline{a_{np}}$ — производственные расходы в относительных единицах; $\overline{\Pi}$ — параметр оценки воздушной линии в относительных единицах; $\overline{Y}$ — параметр оценки ВС в относительных единицах.

AD — аэродинамические характеристики

$$AD = k_{\text{веси}} \cdot \overline{k_{a.э.}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{K_{\text{max}}} + k_{\text{веси}} \cdot \overline{c_{xi}}, \quad (10)$$

где $\overline{k_{a.э.}}$ — коэффициент аэродинамической эффективности в относительных единицах; $\overline{K_{\text{max}}}$ — максимальное аэродинамическое качество в относительных единицах; $\overline{c_{xi}}$ — индуктивное сопротивление ВС с ДАП в относительных единицах.

Все составляющие индекса имеют равные веса, т.к. в противном случае

необходимо было бы использовать экспертные оценки. Все параметры прямо связаны с показателем эффективности ВС, в то время как некоторые показатели индекса имеют отрицательную связь с эффективностью ВС.

Для формирования индекса эффективности ВС необходимо привести его к некоторому сопоставимому виду. С этой целью используем метод линейного масштабирования. Его суть состоит в том, чтобы отобразить значение каждого параметра от 0 до 1, сохраняя все пропорции между отдельными значениями. Таким образом, сохраняются все структурные характеристики исходного параметра.

Масштабированное значение вычисляют по формуле

$$x_i^M = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), \quad (11)$$

где x_i — наблюдаемая величина; $x_{\min}$ — минимальное значение рассматриваемого параметра; $x_{\max}$ — максимальное значение рассматриваемого параметра.

В том случае, когда непосредственно измеряемый параметр отрицательно связан с эффективностью ВС, применяется обратное линейное масштабирование.

Математическая модель параметрического синтеза устанавливает взаимосвязи множеств РХ, КГХ, МХ, ЭХ, ТХ, АХ — с множеством параметров эффекта выделенных для данного процесса через внутреннюю характеристику ВС, $\mathcal{E}_1$ — экономическую эффективность [8, 9].

1) производственные расходы — a_{npj} ;

2) производительность ВС — A_{ij} ;

3) интенсивность движения на линии — N .

Производственные расходы на один рейс на i -ом маршруте ВС j -ого типа, вычисляют по формуле

$$a_{npj} = a_{ij} + a_{\text{кан.вл}j}, \quad (12)$$

где a_{ij} — себестоимость перевозок, р.

Удельный расход топлива, килограмм топлива на один ньютон тяги в час, вычисляют по формуле

$$C_{P_{\text{рейс}}} = 0,95 \left((0,82 / (1 + 0,525 \sqrt[3]{m})) + M(0,494 - 0,0145H) \right), \quad (13)$$

где m — степень двухконтурности двигателя; M — число M полета; H — высота полета, км.

Производительность на i -ом маршруте ВС j -ого типа с дополнительной аэродинамической поверхностью m , вычисляют по формуле

$$A_{ij} = m_{\text{ком}j} / t_{ij}, \quad (14)$$

где $m_{комj}$ — коммерческая нагрузка, соответствующая данной дальности полета; t_{ij} — время полета, ч.

Интенсивность движения на линии, в процентах, вычисляют по формуле

$$N = 100 \left(1 - (1/c_{\Delta}) \sqrt{(1/n - 1) \sum_{i=1}^n (c - c_i)^2} \right), \quad (15)$$

где n — количество отобранных ВС; c_i — количество контрольных ВС в i -серии, %; c_{Δ} — среднеарифметическое значение контрольного компонента ВС.

Аналогичный расчет повторяем для каждого типа ВС на заданном маршруте, с различными типами дополнительных аэродинамических поверхностей. В результате получаем индекс эффективности для каждого типа ВС на заданном маршруте с определенной ДАП, полученные результаты позволяет провести выбор потребного типа ДАП для конкретного ВС.

Развитие познавательного интереса при подготовке высококвалифицированных специалистов в области авиастроения определяется структурой познавательной среды и требует создания модели, обеспечивающей реализацию педагогических условий. При этом, научно-методической базой являются учебные пособия, научно-методические рекомендации и комплекты профессионально ориентированных заданий.

Исходя из вышесказанного познавательная активность будущего специалиста в аэрокосмическом образовании требует включение в процесс как интеллектуальной, так и социальной активности.

Список литературы

1. Фокин, Ю.Г. Теория и технология обучения: деятельностный подход: учеб.пособие для вузов / Ю. Г. Фокин. – 3-е изд., испр. – М. : Академия, 2008. – 240 с.: ил. – (Высшее профессиональное образование). – Алф. указ.: с. 215-221. – Прил.: с. 222-237. - ISBN 978-5-7695-5259-5.
2. Зеер, Э.Ф. Психология профессионального развития / Э.Ф. Зеер – М.: Академия, 2006. – 240 с.
3. Припадчев, А.Д. Определение оптимального парка воздушных судов. Монография / А.Д. Припадчев. – М.: Академия Естествознания, 2009. – 246 с.
4. Кнут, Д. Искусство программирования: в 4т. – Т.1. Основные алгоритмы / Д. Кнут. – 3-е изд. – М. «Вильямс», 2006. 728с.
5. Горбунов, А. А. Математическая модель применяемая в автоматизированном проектировании дополнительных аэродинамических поверхностей крыла воздушного судна / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев - Интернет-журнал «Науковедение». 2014. – №2. – С. 1 – 10.
6. Горбунов А.А. Применение метода линейного программирования при автоматизированном проектировании дополнительных аэродинамических поверхностей / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев - Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы». – 2012. – №4. – С. 203 – 206

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА В РАСЧЕТЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ НА ПРОЧНОСТЬ

Горелов С.Н., Кондуров Н.К.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

CAD/CAE системы гражданского и промышленного назначения в наше время имеют широкое распространение. Конструирование с помощью компьютера (англ. Computer-Aided Engineering, CAE) — использование специального программного обеспечения для проведения инженерного анализа прочности и других технических характеристик компонентов и сборок, выполненных в системах автоматизированного проектирования (CAD). В отечественной индустрии наряду с CAE используется термин системы инженерного анализа. Своевременное использование инженерных расчетов позволяет существенно сократить затраты на опытные образцы, снизить издержки и устранить риски. В самых распространенных системах инженерного анализа подход к расчетам конструкций базируется на широко известном численном методе — методе конечных элементов (МКЭ). Его преимущество перед методом предельных состояний заключается в повышенной точности расчетов и возможности расчета конструкций нетипичной формы.

Одной из CAD/CAE систем является отечественная система автоматизированного проектирования APM Civil Engineering, обладающая широкими функциональными возможностями для создания моделей конструкций, выполнения необходимых расчетов и визуализации полученных результатов. Использование этих возможностей позволит сократить сроки проектирования и снизить материалоемкость строительного объекта, а также уменьшить стоимость проектных работ и строительства в целом. Этот расчетный комплекс в полном объеме учитывает требования государственных стандартов и строительных норм и правил, относящиеся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчетным алгоритмам.

На базе APM Civil Engineering в модуле APM Structure 3D, который и является расчетным ядром системы, была построена объемная модель конструкции металлического каркаса автоцентра Nissan в соответствии с техническим заданием. Конструкция здания моделировалась с помощью стержневых конечных элементов с использованием библиотек стандартных сечений и материалов. Связи в модели здания центральные, т.е. связь осуществляется через центры тяжести сечений соответствующих элементов. Связи в основании (опоры) не имеют степеней свободы относительно соответствующих осей глобальной системы координат (жёсткая заделка).

Благодаря возможностям программы при помощи расчётных методов можно оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации, и получить достоверные результаты близкие к

реальным значениям. В качестве расчетных нагрузок, действующих на конструкцию, приняты – собственный вес, вес ограждающих конструкций, ветровые и снеговые нагрузки, временные нагрузки. Действие ветровой нагрузки рассматривалось в двух направлениях глобальной системы координат: x и y . Нагрузку от веса покрытия и снегового покрова прикладывали в виде сил к узлам ферм, действие ветровой нагрузки и нагрузки элементов перекрытия, как распределенную на стержень (рисунок 1). Расчет конструкции производился на основное сочетание нагрузок, состоящее из постоянных, длительных и кратковременных нагрузок. Результат расчета выводили для наиболее нагруженного состояния конструкции.

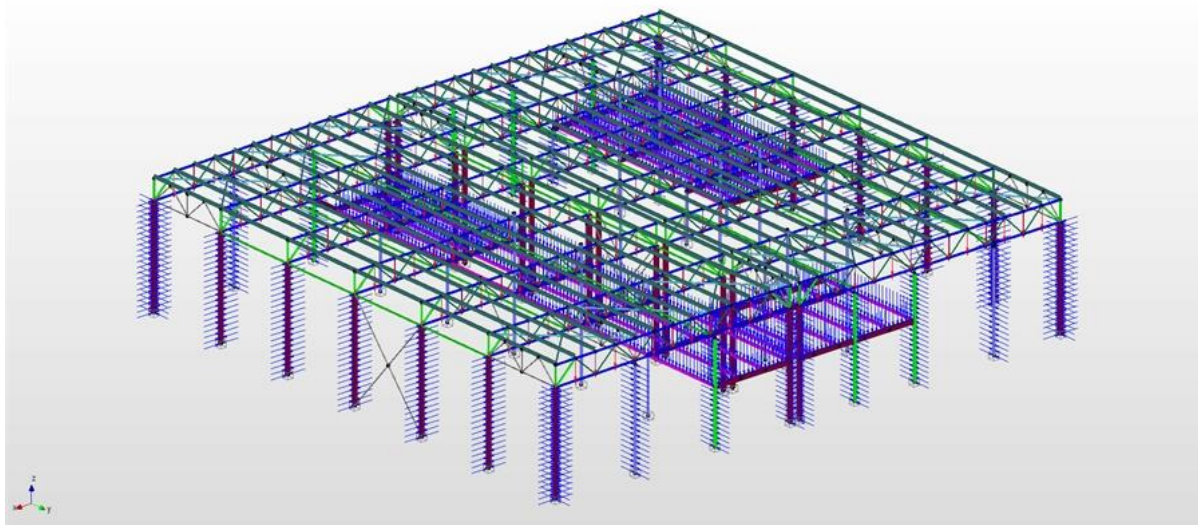


Рисунок 1 – Общий вид модели в APM Structure3D с приложенными нагрузками

Результаты расчета напряжений представлены в виде расчетного распределения на конечно-элементной модели эквивалентных напряжений по теории удельной энергии формоизменения (по Мизесу) на рисунке 2.

По результатам расчета имеется возможность:

- выполнить проверку несущей способности и автоматически подобрать оптимальное поперечное сечение стержневого элемента (по критериям прочности и устойчивости, а также в соответствии с требованиями СНиП II-23-81*);
- выявить элементы, которые могут иметь недостаточную прочность по результатам статического расчета;
- определить металлоемкость модели конструкции;
- выявить элементы конструкции, для которых возможно снижение металлоемкости.

Результат анализа выводится в графическом и числовом виде. Значения нагрузок, напряжений, деформаций и т. д. можно увидеть в каждой точке конструкции. При необходимости можно вывести и оценить распределение

напряжений по сечению (рисунок 2).

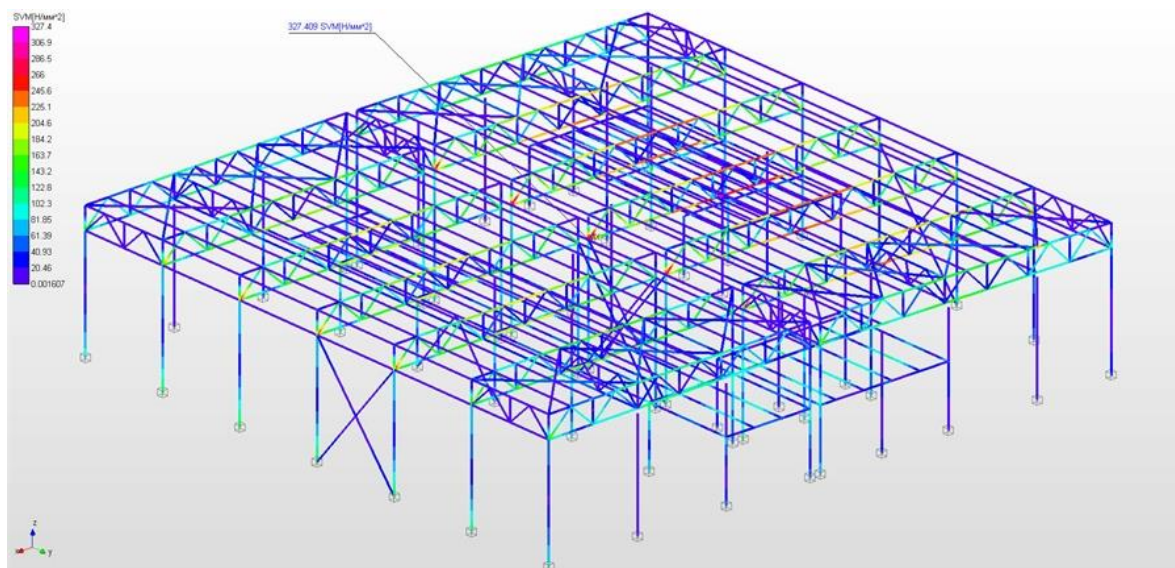


Рисунок 2 – Карта распределения эквивалентных напряжений в металлоконструкции здания

В данной статье изложены фрагменты выпускной квалификационной работы (ВКР) по направлению подготовки – Прикладная механика. Указанная работа проводилась во время прохождения преддипломной практики в проектной организации. Проведение данного вида практики, предусмотренной учебным планом после третьего курса, показало ее высокую эффективность. Большое значение имеет приобретение навыков работы в коллективе проектировщиков, защита полученных результатов при госэкспертизе проекта в целом. Кроме того, завершение работы над ВКР в течение последнего года обучения позволяет повысить мотивацию изучения специальных дисциплин, самостоятельную подготовку к предстоящему виду деятельности (изучение систем проектирования и инженерного анализа, используемых в организации работодателя).

Список литературы

1. Замрий, А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D / А.А. Замрий. - М.: Издательство АПМ. 2006. - 288 с.
2. Горелов, С. Н. Инженерный анализ конструкций с помощью современных компьютерных технологий // С. Н. Горелов, В. В. Шелофаст // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 1-3 февраля 2012 г. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2012. – [С. 80-86]. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с этикетки диска. - ISBN 978-5-4418-0022-8.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО РАЗРЕЖЕНИЮ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ

Жежера Н. И., Сабанчин В. Р.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На рисунке 1 схематично изображена туннельная печь для обжига керамических стеновых изделий [1]. Туннельная печь содержит рабочий канал 1, условно разделенный на зоны сушки, подготовки, обжига и охлаждения, вентилятор отбора теплоносителя 2, установленный в конце зоны охлаждения, вентилятор 3 подачи атмосферного воздуха в зону охлаждения, отопительную систему 4, вентилятор, отбора дымовых газов 5, размещенный перед зоной сушки, вентилятор отбора горячего воздуха из зоны охлаждения 6, вентиляционную систему 7, включающую определенное количество блоков, последовательно распределенных по зоне сушки, вентилятор 11 для отсоса теплоносителя, установленный в начале зоны сушки. Блоки вентиляционной системы 7 состоят из нагнетающего вентилятора 8, к которому в определенном месте подведен трубопровод 9 для подачи воздуха из зоны охлаждения и трубопровод 10 для подсоса атмосферного воздуха.

Туннельная печь работает следующим образом. В рабочий канал 1 туннельной печи на некотором расстоянии от конца зоны охлаждения подают атмосферный воздух вентилятором 3. Вентилятором 2, установленным в конце зоны охлаждения, отбирают теплоноситель и направляют к вентилятору 3 подачи атмосферного воздуха.

За счет создаваемого перепада давлений воздух движется в противотоке с изделиями в сторону зоны обжига и в прямотоке к выгрузочному концу, и таким образом создают давление в конце зоны охлаждения, равным давлению в цехе. Это позволяет создать в зоне охлаждения оптимальный аэродинамический режим и отказаться от металлических дверей на выгрузочном конце печи. Системой отопления 4 в зону обжига подают топливо, при сгорании которого нагреваются изделия до оптимальной температуры. Дымовые газы отбирают вентилятором 5, установленным перед зоной сушки, и выбрасывают в атмосферу.

Обычно перед вентилятором 5 отбора дымовых газов установлен регулирующий орган системы автоматического регулирования разрежения, которая поддерживает в зоне обжига туннельной печи значение разрежения в пределах 25-40 Па. Отопительная система 4 содержит форсунки, через которые поступает природный газ в зону горения. Для эффективного сжигания природного газа через каналы в форсунках в зону горения природного газа подается воздух из атмосферы.

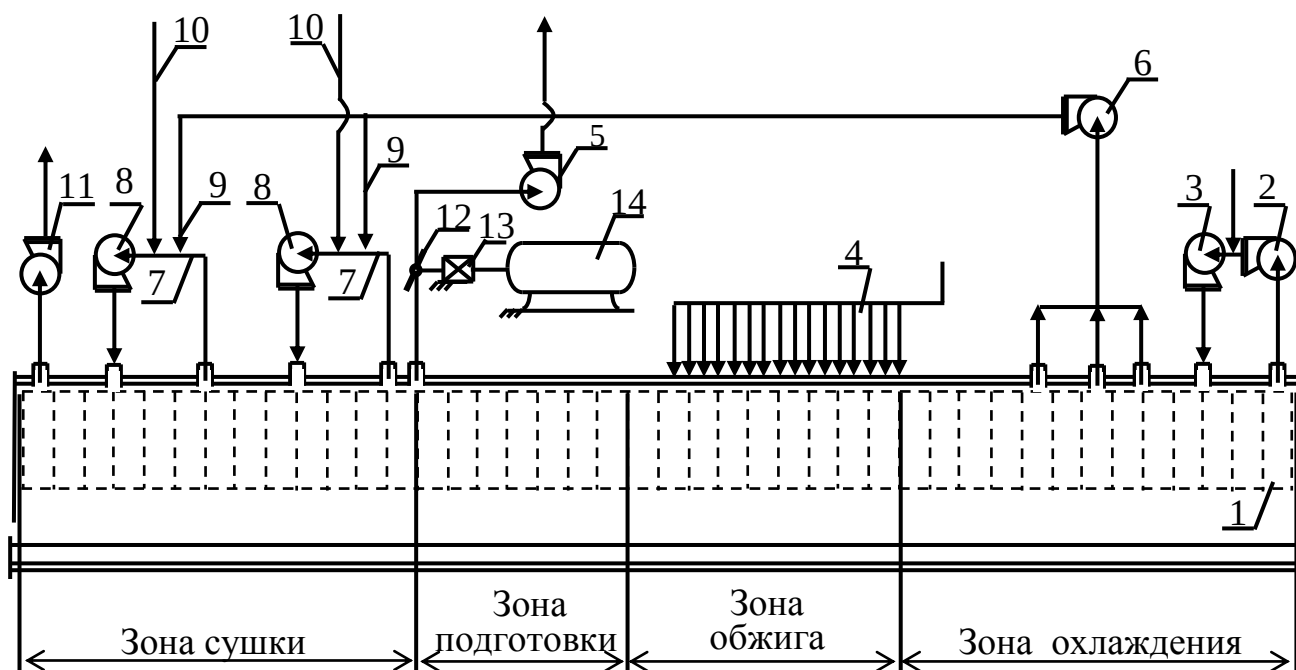


Рисунок 1 – Туннельная печь для обжига керамических стеновых изделий

В конце зоны сушки расположен первый блок вентиляционной системы 7. Вентилятором 8 отбирают теплоноситель, движущийся в прямотоке с изделиями, смешивают с атмосферным воздухом, поступающим через трубопровод 10, и с горячим воздухом, который по трубопроводу 9 отбирают вентилятором 6 из зоны охлаждения и нагнетают в зону сушки против хода изделий. Использование предложенной вентиляционной системы позволяет в зоне сушки создать циркуляцию теплоносителя в противотоке и прямотоке с движением изделий. Теплоноситель, движущийся от первого блока 7 в противотоке, поступает ко второму блоку 7, где вентилятором 8 отбирают теплоноситель из зоны сушки, смешивают через трубопровод 10 с атмосферным воздухом и трубопровод 9 с горячим воздухом из зоны охлаждения и нагнетают в рабочий канал так же против хода изделий. Число блоков 7 вентиляционной системы по длине зоны сушки и их габариты определяются сушильными свойствами, используемых глин и производительностью печи. После последнего блока вентиляционной системы теплоноситель отбирают вентилятором 11 и выбрасывают в атмосферу. В результате этого в рабочем канале 1 начала зоны сушки создают давление, равным давлению в цехе.

На рисунке 2 приведена схема модели туннельной печи по разрежению продуктов горения, которая состоит из пневматического сопротивления 3, эквивалентного сопротивлениям 4, расположенного на входе продуктов горения в туннельную печь, емкости 5 (зон подготовки и обжига в туннельной печи, отмеченных на рисунке 1) и регулирующего клапана 6,

расположенного на выходе продуктов горения из туннельной печи по разрежению. Пневматическими сопротивлениями 4 (рисунок 2) моделируются форсунки, через которые подается природный газ и воздух на горение в отопительную систему 4 (рисунок 1).

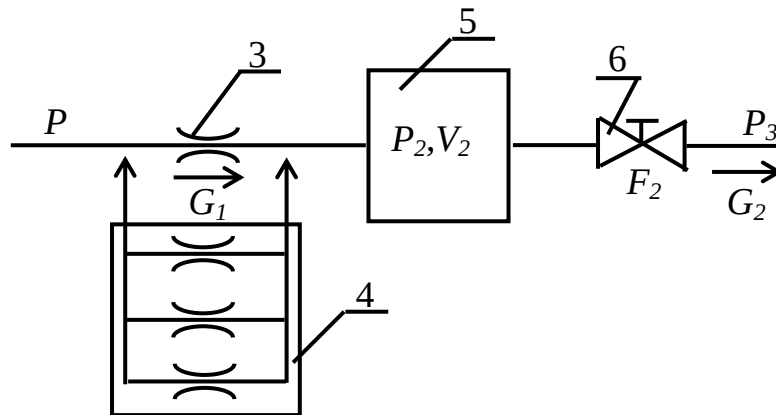


Рисунок 2 - Схема модели туннельной печи по разрежению продуктов горения

Динамику устройства, состоящего из емкости, пневматического сопротивления и регулирующего клапана (рисунок 2) представим в следующем виде

$$V_2 \frac{d\rho}{dt} = G_1 - G_2, \quad (1)$$

где V_2 - объем продуктов горения в емкости 5 (зонах подготовки и обжига туннельной печи, м^3 ; ρ - плотность продуктов горения в емкости 5, $\text{кг}/\text{м}^3$; t - время, с; G_1 и G_2 - массовый расход продуктов горения в емкость 5 и из этой емкости, $\text{кг}/\text{с}$.

Для газовых сред известно [2] уравнение $P/\rho = RT$. Если взять производные в этом уравнении по давлению и плотности среды, тогда $dP_2 = RTd\rho$ или $dP_2/dt = RTd\rho/dt$. Подставив это выражение в уравнение (1), получим

$$\frac{V_2}{RT} \frac{dP_2}{dt} = G_1 - G_2. \quad (2)$$

Скорость движения продуктов горения из туннельной печи через клапан 6 (рисунок 2) принимаем докритической. При докритическом течении газа массовый расход через регулирующий клапан G_2 определяется по формуле [3]

$$G_2 = \mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2 (P_2 - P_3)}{RT}}, \quad (3)$$

где μ_2 - коэффициент, характеризующий расход продуктов горения через регулирующий клапан; F_2 - площадь сечения регулирующего клапана, через которое проходят продукты горения, м^2 ; K_a - коэффициент, определяемый по коэффициенту адиабаты продуктов горения [2]; P_2 , P_3 - давление продуктов горения в емкости 5 и после регулирующего клапана 6, Па.

Для определения расхода продуктов горения через одно из пневматических сопротивлений 4 (форсунку для прохождения природного газа и воздуха) используем формулу для определения расхода через щели [4], которая применительно к обозначениям на рисунке 2 принимает вид

$$Q_{\phi} = \phi \frac{\pi d_{\phi}^2}{4} \sqrt{\frac{2}{\rho_{\varepsilon}} (P - P_2)},$$

где Q_{ϕ} - объемный расход продуктов горения через одно пневматическое сопротивление 4, м³/с; d_{ϕ} - диаметр пневматического сопротивления, м; P и P_2 - давление продуктов горения, Па; ρ_{ε} - плотность продуктов горения, протекающих через пневматическое сопротивление, кг/м³; ϕ - коэффициент расхода продуктов горения через пневматическое сопротивление (принимается $\phi = 0,75$).

Массовый расход продуктов горения через одну форсунку G_{ϕ} , кг/с, определяется выражением $G_{\phi} = Q_{\phi} \cdot \rho_{\varepsilon}$, тогда

$$G_{\phi} = \phi \frac{\pi d_{\phi}^2}{4} \sqrt{2\rho_{\varepsilon} \cdot (P - P_2)}.$$

Так как продукты горения проходят через несколько параллельных форсунок n (параллельно соединенных дросселей 4), тогда расход продуктов горения G_1 , м³/с

$$G_1 = n \cdot \phi \frac{\pi d_{\phi}^2}{4} \sqrt{2\rho_{\varepsilon} \cdot (P - P_2)}$$

или

$$G_1 = \phi \cdot F_2 \cdot \sqrt{2\rho_{\varepsilon} \cdot (P - P_2)}, \quad (4)$$

где $F_2 = n \cdot \pi d_{\phi}^2 / 4$ - площадь проходного сечения обобщенного пневматического сопротивления всех параллельно расположенных форсунок, через которые проходит природный газ и воздух.

Подставив соотношения (3) и (4) в уравнение (2), получим

$$\frac{V_2}{RT} \frac{dP_2}{dt} = \phi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_{\varepsilon} \cdot (P - P_2)} - \mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2 (P_2 - P_3)}{RT}}. \quad (5)$$

Уравнение (5) является нелинейным и его необходимо линеаризовать. Принимая в качестве переменных величин в уравнении (5) F_1 , F_2 , P , P_2 и P_3 , установившиеся значения этих переменных величин принимают вид:

$$F_1 \rightarrow F_{10}; F_2 \rightarrow F_{20}; P_2 \rightarrow P_{20}; P \rightarrow P_0; P_3 \rightarrow P_{30}. \quad (6)$$

Переменные величины, выраженные через установившиеся значения и приращения, имеют вид:

$$F_1 = F_{10} + \Delta F_1; F_2 = F_{20} + \Delta F_2; P = P_0 + \Delta P; P_2 = P_{20} + \Delta P_2; P_3 = P_{30} + \Delta P_3. \quad (7)$$

Обозначим правую часть соотношения (5) как функцию $M(F_1, F_2, P, P_2, P_3 \dots)$ и разложим ее в ряд Тейлора, не учитывая при этом производные второго и выше порядков, по переменным F_1, F_2, P, P_2 и P_3 :

$$M(F_1, F_2, P, P_2, P_3) = M(F_{10}, F_{20}, P_0, P_{20}, P_{30}) + \left(\frac{\partial M}{\partial F_1} \right)_0 \Delta F_1 +$$

$$+ \left(\frac{\partial M}{\partial F_2} \right)_0 \Delta F_2 + \left(\frac{\partial M}{\partial P} \right)_0 \Delta P + \left(\frac{\partial M}{\partial P_2} \right)_0 \Delta P_2 + \left(\frac{\partial M}{\partial P_3} \right)_0 \Delta P_3. \quad (8)$$

Выполним запись правой части формулы (5) согласно соотношению (8).

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{RT} \frac{dP_2}{dt} = & \left(\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P - P_2)} \right)_0 + \left(\frac{\partial \left[\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P - P_2)} \right]}{\partial F_1} \right)_0 \Delta F_1 + \\ & + \left(\frac{\partial \left[\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P - P_2)} \right]}{\partial P} \right)_0 \Delta P + \left(\frac{\partial \left[\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P - P_2)} \right]}{\partial P_2} \right)_0 \Delta P_2 - \\ & - \left(\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}} \right)_0 - \left(\frac{\partial \left[\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}} \right]}{\partial F_2} \right)_0 \Delta F_2 - \\ & - \left(\frac{\partial \left[\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}} \right]}{\partial P_2} \right)_0 \Delta P_2 - \left(\frac{\partial \left[\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}} \right]}{\partial P_3} \right)_0 \Delta P_3. \end{aligned} \quad (9)$$

В соотношении (9) вначале берутся производные, а потом вместо переменных параметров осуществляется подстановка их установившихся значений из выражений (6).

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{RT} \frac{dP_2}{dt} = & \varphi \cdot F_{10} \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P_0 - P_{20})} + \varphi \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P_0 - P_{20})} \Delta F_1 + \\ & + \varphi \cdot F_{10} \cdot \frac{\rho_z}{\sqrt{2\rho_z \cdot (P_0 - P_{20})}} \Delta P + \varphi \cdot F_{10} \cdot \frac{-\rho_z}{\sqrt{2\rho_z \cdot (P_0 - P_{20})}} \Delta P_2 - \\ & - \mu_2 F_{20} K_a \sqrt{\frac{P_{20}(P_{20} - P_{30})}{RT}} - \mu_2 K_a \sqrt{\frac{P_{20}(P_{20} - P_{30})}{RT}} \Delta F_2 - \\ & - \mu_2 F_{20} K_a \frac{(2P_{20} - P_{30})}{2RT \sqrt{\frac{P_{20}(P_{20} - P_{30})}{RT}}} \Delta P_2 + \mu_2 F_{20} K_a \frac{P_{20}}{2RT \sqrt{\frac{P_{20}(P_{20} - P_{30})}{RT}}} \Delta P_3. \end{aligned} \quad (10)$$

Рассматривая установившееся движение продуктов горения из туннельной печи уравнение (5) принимает вид при значениях соотношений (6)

$$\frac{V_2}{RT} \frac{dP_{20}}{dt} = \varphi \cdot F_{10} \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P_0 - P_{20})} - \mu_2 F_{20} K_a \sqrt{\frac{P_{20}(P_{20} - P_{30})}{RT}} = 0. \quad (11)$$

Выражение (11) равно нулю, так как производная от постоянной величины dP_{20}/dt равна нулю. Уравнение (11) определяет установившийся расход продуктов горения через оба сужающих устройства, приведенного на рисунке 2, а именно

$$G_0 = \varphi \cdot F_{10} \cdot \sqrt{2\rho_z \cdot (P_0 - P_{20})} = \mu_2 F_{20} K_a \sqrt{\frac{P_{20}(P_{20} - P_{30})}{RT}}. \quad (12)$$

Из уравнения (10) вычитаем уравнение (11), делим обе части полученного выражения на установившийся расход G_0 и в результате получим

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{G_0 RT} \frac{dP_2}{dt} = & \frac{\Delta F_1}{F_{10}} + \frac{1}{2 \cdot (P_0 - P_{20})} \Delta P - \frac{1}{2 \cdot (P_0 - P_{20})} \Delta P_2 - \frac{\Delta F_2}{F_{20}} - \\ & - \frac{(2P_{20} - P_{30})}{2P_{20}(P_{20} - P_{30})} \Delta P_2 + \frac{P_{20}}{2P_{20}(P_{20} - P_{30})} \Delta P_3. \end{aligned} \quad (13)$$

После упрощения (13) получим

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{G_0 RT} \frac{dP_2}{dt} = & \frac{\Delta F_1}{F_{10}} + \frac{1}{2 \cdot (P_0 - P_{20})} \Delta P - \frac{\Delta F_2}{F_{20}} - \\ & - \frac{1}{2} \left[\frac{P_{20}(P_0 - P_{20}) + P_{30}P_0}{(P_0 - P_{20})P_{20}(P_{20} - P_{30})} \right] \Delta P_2 + \frac{P_{20}}{2P_{20}(P_{20} - P_{30})} \Delta P_3 \\ \text{или} \quad \frac{V_2}{G_0 RT} \frac{dP_2}{dt} + & \frac{P_{20}(P_0 - P_{20}) + P_{30}P_0}{2(P_0 - P_{20})P_{20}(P_{20} - P_{30})} \Delta P_2 = \frac{\Delta F_1}{F_{10}} - \frac{\Delta F_2}{F_{20}} + \\ & + \frac{1}{2 \cdot (P_0 - P_{20})} \Delta P + \frac{P_{20}}{2P_{20}(P_{20} - P_{30})} \Delta P_3. \end{aligned} \quad (14)$$

Уравнение (14) перепишем таким образом, чтобы в нём присутствовали отношения $\Delta P/P_0$; $\Delta P_2/P_{20}$ и $\Delta P_3/P_{30}$

$$\begin{aligned} \frac{V_2 \cdot P_{20}}{G_0 RT} \frac{d\left(\frac{\Delta P_2}{P_{20}}\right)}{dt} + & \frac{P_{20}(P_0 - P_{20}) + P_{30}P_0}{2(P_0 - P_{20})(P_{20} - P_{30})} \frac{\Delta P_2}{P_{20}} = \frac{\Delta F_1}{F_{10}} - \frac{\Delta F_2}{F_{20}} + \\ & + \frac{P_0}{2 \cdot (P_0 - P_{20})} \frac{\Delta P}{P_0} + \frac{P_{20}P_{30}}{2P_{20}(P_{20} - P_{30})} \frac{\Delta P_3}{P_{30}}. \end{aligned} \quad (15)$$

$$\text{Вводим обозначения: } \frac{V_2 P_{20}}{G_0 RT} = T_b; \quad \frac{\Delta P}{P_0} = x(t); \quad \frac{\Delta F_1}{F_{10}} = b(t); \quad \frac{\Delta P_2}{P_{20}} = y(t);$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta F_2}{F_{20}} = m(t); \quad \frac{\Delta P_3}{P_{30}} = n(t); \quad \frac{P_{20}(P_0 - P_{20}) + P_{30}P_0}{2(P_0 - P_{20})(P_{20} - P_{30})} = \kappa_1; \\ \frac{P_0}{2 \cdot (P_0 - P_{20})} = \kappa_2; \quad \frac{P_{20}P_{30}}{2P_{20}(P_{20} - P_{30})} = \kappa_3. \end{aligned} \quad (16)$$

Уравнение (15) с учетом соотношений (16) принимает вид

$$T_b \frac{dy}{dt} + k_4 y(t) = b(t) - m(t) + k_5 x(t) + k_6 n(t). \quad (17)$$

Если выражение (17) преобразовать по Лапласу, тогда

$$(T_b s + k_1) y(s) = b(s) - m(s) + k_2 x(s) + k_3 n(s), \quad (18)$$

где s -оператор Лапласа.

Структурная схема модели туннельной печи по разрежению продуктов горения, состоящая из обобщенного пневматического сопротивления, расположенного на входе продуктов горения в туннельную печь, емкости и

регулирующего клапана, расположенного на выходе продуктов горения из туннельной печи, построенная по выражению (18). представлена на рисунке 3.

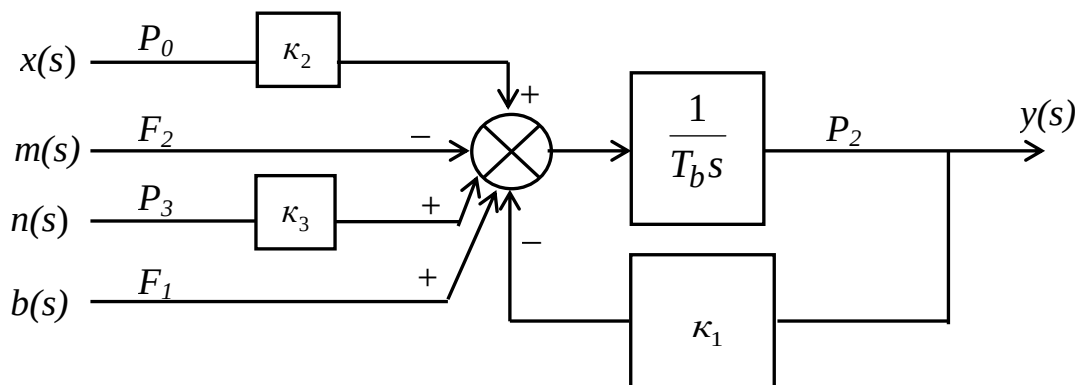


Рисунок 3 - Структурная схема модели туннельной печи по разрежению продуктов горения

По каждому входному параметру в соответствии со структурной схемой (рисунок 3) можно определить передаточную функцию. Например, передаточная функция изменения разрежения P_2 в туннельной печи по отношению к площади проходного сечения регулирующего клапана, изменяющего отвод продуктов горения из туннельной печи в атмосферу имеет вид $W_{p2/F1}(s) = y(s)/m(s) = 1/(T_b s + k_1)$.

Таким образом, разработано математическое описание туннельной печи для обжига керамических изделий как объекта автоматического управления по разрежению продуктов горения. Составлено дифференциальное уравнение, устанавливающее взаимосвязь между разрежением продуктов горения природного газа в туннельной печи для обжига керамических изделий и массовым расходом и давлением продуктов горения, поступающих в туннельную печь на горение, расходом и давлением продуктов горения топлива, выходящих через регулирующий орган из туннельной печи. Это дифференциальное уравнение нелинейное, поэтому проведена линеаризация его и установлены формульные выражения для его постоянных времени и коэффициентов.

Выполнено преобразование дифференциального уравнения к операторному виду и выделены типовые динамические звенья. На основе установленных типовых динамических звенья, составлена структурная схема туннельной печи для обжига керамических изделий как объекта автоматического управления по разрежению продуктов горения природного газа. Полученное дифференциальное уравнение и формулы для вычисления коэффициентов уравнения, позволяют разрабатывать и эксплуатировать цифровые системы автоматического управления туннельной печью для обжига керамических изделий как объектом автоматического управления по разрежению продуктов горения.

Список литературы

- 1. Патент РФ №2187771 С2, кл. F27B9/0. Туннельная печь-сушилка. Авторы изобретения: Лапин Ю.А., Дуденкова Г.Я., Гудков Ю.В., Шелыганова Р.Н. Приоритет от 07.08.2000. Оpubл. 20.08.2002. Бюл. №12.*
- 2. Емцев, Б.Т. Техническая гидромеханика: учебник для вузов / Б.Т. Емцев; М-во высш. и средн. образования СССР. – Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987.- 440 с.*
- 3. Иващенко, Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем: учеб. пособие для вузов / Н.Н. Иващенко; Мин-во высш. и средн. специал. образования СССР. – Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. -736 с.*
- 4. Нагорный, В.С. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем / В.С. Нагорный, А.А. Денисов. – М. : Высшая школа, 1991.–367 с.*

ПРОГРАММНО-ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

**Козик Е.С., Свиденко Е.В., Чурносков Д.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

В настоящее время в России идет становление новой системы образования, ориентированного на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство. Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него компьютерных технологий, образующих глобальное информационное пространство. Неотъемлемой и важной частью этих процессов является компьютеризация образования. Этот процесс сопровождается существенными изменениями в педагогической теории и практике учебно-воспитательного процесса, связанными с внесением корректив в содержание технологий обучения, которые должны быть адекватны современным техническим возможностям, и способствовать гармоничному вхождению студента в информационное общество. Компьютерные технологии призваны стать не дополнительным «довеском» в обучении, а неотъемлемой частью целостного образовательного процесса, значительно повышающей его эффективность.

Важным фактором в этом процессе является оснащение образовательных учреждений технической базой, а также качественным программным обеспечением.

На кафедре материаловедения и технологии материалов Оренбургского государственного университета разработан программный комплекс "МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ" (AQUUS), который представляет собой обучающе-контролирующую программу, содержащую более 500 программированных задач-вопросов по дисциплине.

Отличительной особенностью комплекса является то, что при неверных ответах на задаваемые программой вопросы на экране ЭВМ появляется краткая характеристика существа допущенной ошибки и список учебной литературы, в котором может быть найден материал по заданному вопросу.

В состав комплекса входит управляющая и задающая режимы работы, обеспечивающая допуск к работе, программа *aqus*; формирующая вопросы, характер размещения их (включая графический материал) на экране, порядок ответов, порядок обращения к файлам, содержащим характеристики существа ошибок в неверных ответах, выводящая вопросы на пишущее устройство подпрограмма *aqus1a*; файлы, формирующие графический материал *graf1 - graf4*; программа *stud1*, формирующая список лиц, допускаемых к работе. Кроме того, в состав комплекса входят файлы, содержащие базу данных и файлы, характеризующие порядок размещения базы.

Программный комплекс может работать в следующих режимах:

- режим самоконтроля (предназначен для работы студентов по произвольным, выбранным ими самими разделам дисциплины);

- режим контроля знаний (предназначен для контроля знаний студентов по темам, назначаемым преподавателем, а также возможно построение задания так, что каждый студент группы получает свой, отличный от других, набор вопросов);

- режим работы с текстом (предназначен для работы преподавателя с текстами вопросов, а также для распечатки вопросов для других немашинных способов контроля);

- режим вывода в файл (предназначен для вывода в файл и последующей распечатки текстов с указанием страниц и позиций записи характеристик неправильных ответов);

- режим перечня вопросов (предназначен для просмотра и печати текстов вопросов по темам).

При работе студент выбирает из представленного программой тематического списка раздел (таблица 1), по которому он намерен проверить свои знания. Включенные в сборник программированные задачи-вопросы снабжены альтернативными ответами (рисунок 1). Выбрав ответ, наиболее полно и правильно отвечающий на поставленный вопрос, студент вводит номер ответа в компьютер. После этого в нижней части экрана появляется сообщение о правильности (или ошибочности) решения, а также суммарное количество заданных вопросов и количество вопросов на которые даны правильные ответы. Если ответ неверен, то на экран выводятся сведения о характере допущенной ошибки, а также сведения об источниках, где может быть найден материал по заданному вопросу. Оценка машиной не выставляется.

Таблица 1 - Темы вопросов, включенных в задачник

Наименование темы	Кодовый номер
Классификация и общие свойства металлов	1
Кристаллическое строение металлов и дефекты кристаллических структур	2
Теория сплавов	3
Железоуглеродистые сплавы (структурный и фазовый составы)	4
Теория термообработки. Термическая и химико-термическая обработка сталей	5
Классификация и маркировка сталей и сплавов	6
Цветные металлы и сплавы	7
Пластическая деформация и механические свойства металлов	8
Металлы и сплавы с особыми свойствами и электротехнические материалы	9
Инструментальные материалы	10
Неметаллические и композиционные материалы	11

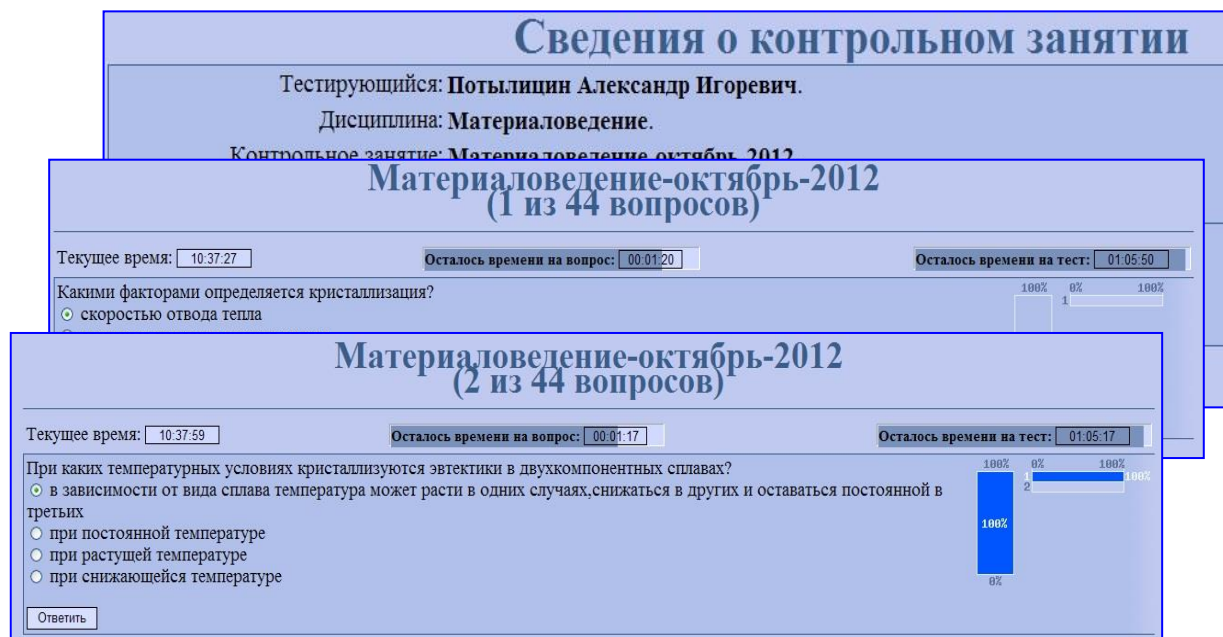


Рисунок 1 Пример работы с программой «Материаловедение»

Таким образом, развитие данного научного направления вносит посильный вклад в развитие российского образования, в котором немаловажную роль должно играть массовое движение по разработке некоммерческого образовательного программного обеспечения силами самой системы образования.

Список литературы

- 1 *Материаловедение : учеб. для вузов / С. И. Богодухов, Е. С. Козик; - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 649 с.*
- 2 *Курс материаловедения в вопросах и ответах: учеб. пособие для вузов / С. И. Богодухов, А. В. Синюхин, Е. С. Козик.- 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2014.-718 с.*

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА – НЕРАЗРЫВНЫ

**Кушнарченко В.М., Чирков Ю.А., Узяков Р.Н., Клещарева Г.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Подготовленные специалисты высшим учебным заведением должны обладать теоретическими и практическими знаниями для обеспечения технического прогресса отечественной промышленности. Важное место в инженерной подготовке студентов занимает дисциплина «Механика». В этом курсе будущий инженер получает основные сведения и навыки, необходимые для расчета и проектирования деталей, изделий, механизмов и машин. Здесь он впервые сталкивается с многообразием тесно связанных между собой факторов, влияющих на выбор того или иного решения поставленной исследовательской задачи. Нередки случаи, когда влияние отдельных факторов на несущую способность деталей, изделий и конструкций не может быть учтено теоретическим путем, а оценивается на основании практики их эксплуатации или результатов специально поставленных экспериментов. Лабораторные занятия предназначены для углубленного изучения теоретических вопросов изучаемой дисциплины и овладения современными экспериментальными методами изучаемой науки способных решать практические задачи путем постановки опытов. Эксперимент предполагает усвоение нового знания через этап материального действия. Основная роль лабораторного практикума заключается в развитии у студентов научного мышления, в формировании умений интеллектуального проникновения в сущность изучаемых явлений, в приобщении к научному поиску. При выполнении лабораторных работ рождается истина, новое знание или понимание теоретических вопросов на практике. Развитие логического мышления, пространственного воображения, алгоритмической культуры, познавательной активности и самостоятельности, критичности мышления на уровне, необходимом для обучения в высшей школе по соответствующей специальности, в будущей профессиональной деятельности. Использование лабораторных работ при обучении помогут достичь следующих целей: усвоение теоретических знаний, формирование практических умений и навыков, усвоение принципов действия и навыков использования штангенциркуля, рейсмаса, микрометра и других различных измерительных инструментов, приборов и датчиков, обучение решению практико-ориентированных задач, формирование аккуратности и ответственности за свою деятельность, активизация учебной деятельности исследовательского характера, формирования конструкторских навыков, развитие наблюдательности, умения выдвигать и проверять гипотезы и предположения, опровергать ошибочные обобщения и суждения.

С учетом опыта постановки и проведения лабораторных работ в МГТУ им. Баумана и других ведущих университетах России, на кафедре машиноведения ОГУ подготовлено учебное пособие «Механика». Пособие содержит 28 лабораторных работ по основным разделам курса: основы теории механизмов, сопротивление материалов, механика вязкого тела,

проектирование деталей и механизмов машин. Тематика и содержание работ подчинены задаче освещения вопросов основных разделов курса «Механика», особенно трудных для усвоения студентами. В пособии приведены конструкции и описания экспериментальных установок, методики выполнения работ, образцы протоколов.

В зависимости от профиля выпускаемых специалистов и количества времени, отводимого на лабораторный практикум, студенты выполняют те или иные работы. Приведенные в пособии лабораторные работы рассчитаны на самостоятельное выполнение их студентами. Для облегчения работы студентов приводится краткое изложение теоретических основ рассматриваемых вопросов.

В конце каждой работы приводятся вопросы, акцентирующие внимание студентов на основных положениях выполняемых исследований. Все это помогает исполнителю продумать сущность лабораторной работы и увязать ее с соответствующими разделами курса «Механика». В процессе выполнения лабораторных работ студенты осваивают методику проведения экспериментов и учатся проводить замеры напряжений и деформаций, усилий и крутящих моментов, перемещений и других величин.

Содержание и методика лабораторных работ рассчитаны на то, чтобы каждая из них могла выполняться двумя студентами в течение одного занятия (два академических часа). При выполнении эксперимента очень важно получить наиболее точные результаты. С этой целью в ряде работ предусматривается повторение опыта. Для уменьшения трудоемкости за результат замеров принимается среднее арифметическое значение нескольких показаний измерительного прибора.

Кроме лабораторных работ по испытанию материалов на растяжение и сжатие, для изучения свойств материалов и определения их основных механических характеристик, проводимых на стандартных разрывных машинах, в пособии представлены лабораторные работы с применением не стандартного оборудования.

Экспериментальное определение положения главных осей и главных напряжений, возникающих в стержне при нагружении его изгибающим и крутящим моментами, осуществляется методом тензометрии (рисунок 1).

Проверка основных гипотез, используемых при решении задач на изгиб балки, осуществляется при испытании балки на изгиб (рисунок 2).

Определение напряжений в точке контрольного сечения и перемещений, возникающих в балке при косом изгибе, и сопоставление полученных параметров с расчетными, проводят путем испытания стержня на косоугольный изгиб (рисунок 3).

Пружины широко используют в конструкциях в качестве виброизолирующих, амортизирующих, натяжных, динамометрических устройств. Экспериментальное и теоретическое построение характеристики пружины и определение напряжений, действующих в ее витках, осуществляют с использованием установки (рисунок 4).

Определение опытным путем прогибов, углов поворота сечений балки, величины опорной реакции и сравнение их с теоретическими значениями проводят на установке (рисунок 5).

Во многих инженерных задачах расчета конструкций внутренние силы в элементах не могут быть определены с помощью уравнений статики лишь потому, что число неизвестных сил в этих конструкциях больше числа уравнений равновесия. Такие задачи называют статически неопределимыми. Для их решения систему уравнений равновесия дополняют недостающими уравнениями совместности деформаций, отражающими особенности работы конструкции, и соотношениями, выражающими зависимость перемещений элементов конструкций от сил. Замена статически определимой конструкции на статически неопределимую может быть обусловлена необходимостью снижения напряжений в элементах конструкций или уменьшения их податливости. Экспериментальное определение горизонтальной реакции в опорах один раз статически неопределимой рамы, полученной из статически определимой путем наложения дополнительной горизонтальной балки на подвижную опору, выполняется на установке (рисунок 6).

При сжатии короткие и толстые стержни обыкновенно разрушаются вследствие сдвига или образования локальных складок. Однако огромное количество сжатых конструкций (колонны, опоры, мачты, балки и др.), содержащих длинные и тонкие элементы, выходят из строя вследствие потери устойчивости. Исследование явления устойчивости стальных центрально сжатых стержней в упругой стадии, определение экспериментальных значений критических нагрузок и сравнение их с теоретическими, подсчитанными по формуле Эйлера, при разных опорных закреплениях стержней проводится на установке (рисунок 7).

При поперечном изгибе тонкостенного стержня в его сечениях возникают нормальные и касательные напряжения, однако преобладающими являются нормальные напряжения и ими в основном определяется прочность стержня. Экспериментальная проверка положения центра изгиба сечения, проверка закона распределения секториальных нормальных напряжений при стесненном кручении осуществляется на установке (рисунок 8).

Лабораторный практикум поможет студентам изучить теоретические основы курса «Прикладная механика», а также привить студентам навыки самостоятельной работы по исследованию механических свойств материалов, оценке прочности, жесткости и устойчивости элементов механизмов, машин и конструкций при различных видах нагружения. При выполнении лабораторных работ студенты познают физическую сущность надежности деталей машин, изделий и конструкций, а также осваивают методы их теоретического расчета и оценки практической работоспособности, что является шагом к исследовательской работе, проводимой квалифицированным специалистом в процессе производственной деятельности. Ведь самая большая награда для преподавателя – это образованный, всесторонне развитый и благодарный человек, который всегда будет помнить уроки, полученные в Оренбургском государственном университете.



Рисунок 1- Исследование плоского напряженного состояния методом тензометрии

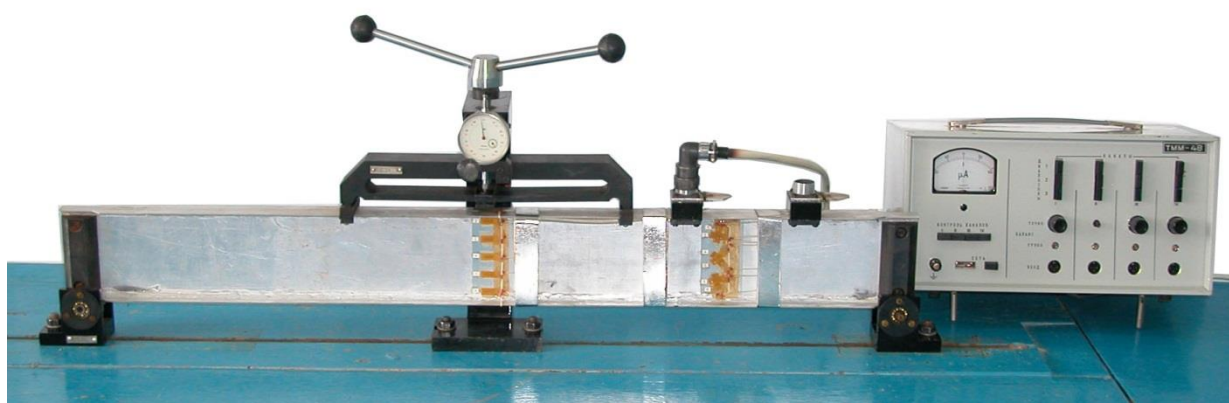


Рисунок 2- Испытание балки на изгиб



Рисунок 3- Испытание стержня на кривой изгиб

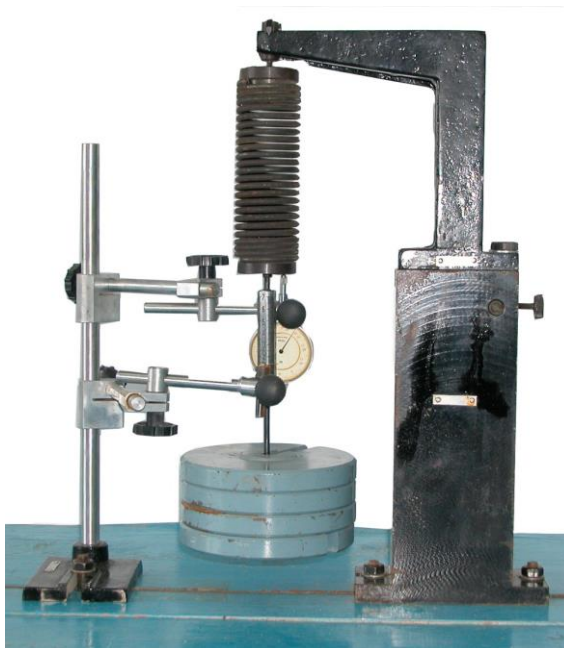


Рисунок 4- Испытание винтовой цилиндрической пружины растяжения

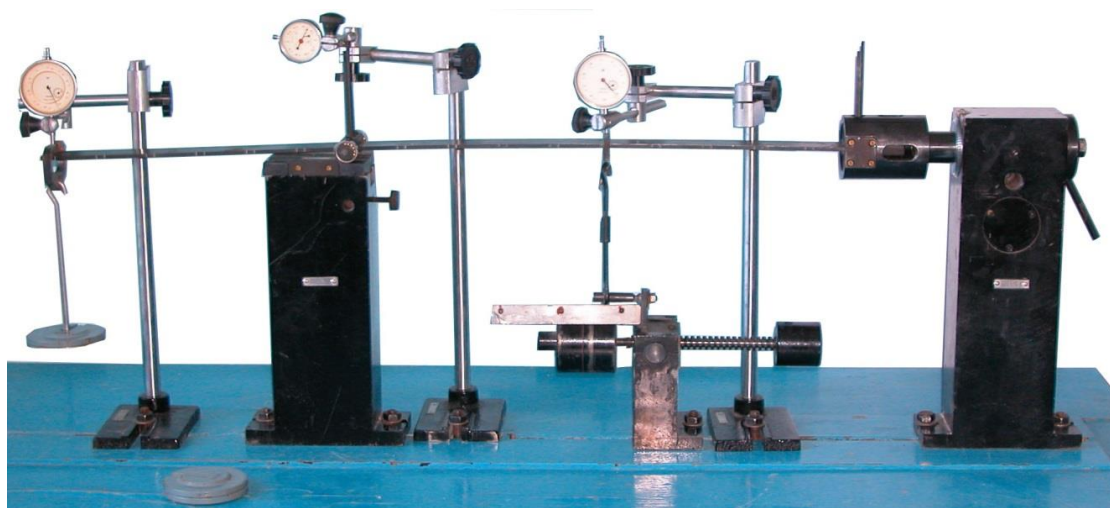


Рисунок 5 - Исследование статически неопределимой балки

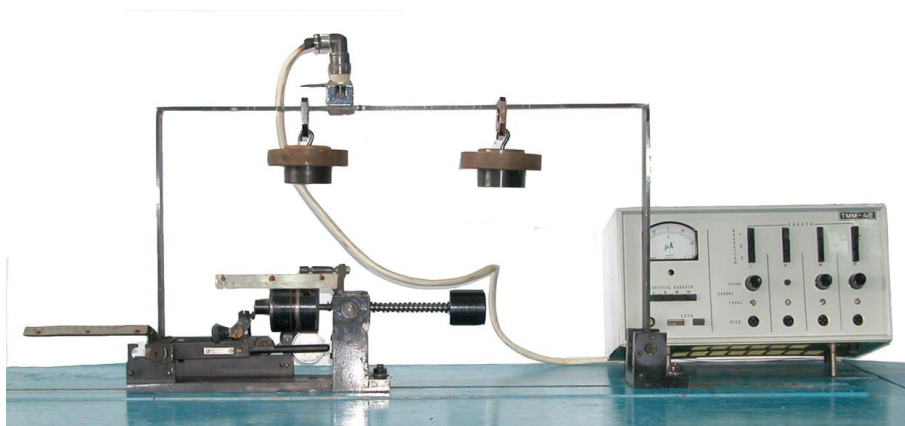


Рисунок 6 - Исследование напряженно-деформированного состояния в плоских рамах



Рисунок 7- Исследование явления потери устойчивости сжатого стержня в упругой стадии

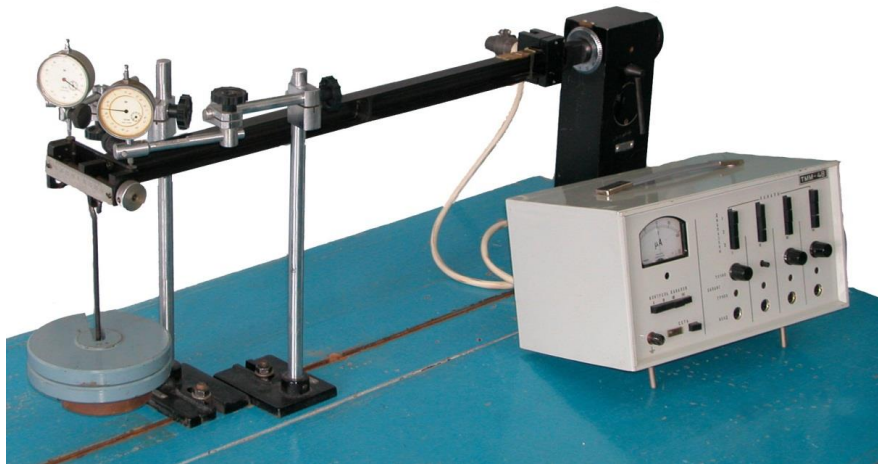


Рисунок 8 – Испытание стержня открытого профиля на изгиб и кручение

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НАЛИЧИЯ ЗАИМСТВОВАНИЙ В УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ И ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТАХ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ

**Михайлов В.Н., Кравцов А.Г., Михайлова Е.Н.
Оренбургский государственный университет,
Индустриально-педагогический колледж ОГУ, г. Оренбург**

Проблема, связанная с тем, что кто-то присваивает себе что-то, ему не принадлежащее возникла у людей с самого их появления. Объектами присваивания может быть все, что угодно, а способы, которыми это совершается, варьируются от тихих и незаметных, до явных и насильственных.

В связи с интенсивным развитием и соответственно формированием практически безграничного, отличающегося высокой степенью доступности, информационного пространства в Интернете, растет актуальность вопросов, связанных с правами владельцев интеллектуальной собственности. Значимость этой проблемы подтверждается созданием различных международных организаций, например World Intellectual Property Organization (WIPO) [1].

В Оренбургском государственном университете «с целью проверки текстовых документов: учебников, учебных пособий, диссертаций и научных трудов сотрудников и аспирантов университета, а также выпускных квалификационных работ (ВКР) студентов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников» [2] внедрена система «Антиплагиат. ВУЗ» и в рамках информационно-аналитической системы ОГУ разработана подсистема «Выпускные квалификационные работы» [3].

Практически одновременно с развитием систем, выявляющих заимствования в текстах стали появляться различные методы и способы, позволяющие их «обмануть». С течением времени совершенствуются и те и другие. Если когда-то достаточно было заменить некоторые русские буквы (например, а, о, е) на имеющие такое же написание буквы английского алфавита, то по мере увеличения скорости и эффективности методов выявления заимствований, все изощреннее становятся методы их маскировки. Синонимизация - модификация текста с использованием синонимов. Эту процедуру можно выполнить и с помощью специальных программ - синонимайзеров. Рандомизатор текста - программа, с помощью которой можно создавать псевдоуникальный контент в «промышленных» масштабах за счет перестановки элементов текста случайным образом. Правда, два последних способа в основном предназначены для генерации большого количества статей на основе одной, чтобы продвигать сайты, размещая эти статьи на различных площадках со ссылкой на продвигаемый сайт. Как правило, тексты полученные таким образом обладают так называемой низкой «читабельностью» и похожи на результат работы программы переводчика с одного языка на другой.

Существуют сайты, предлагающие за умеренную плату повысить уникальность текста до желаемого уровня, даже до 99,9%. Утверждается, что на основе анализа «функционала программ по выявлению плагиата» найдены

способы «как их обойти» и при этом сохраняется неизменным и сам текст и его объем.

Простым, давно известным и весьма трудоемким способом скрыть заимствования является пересказ или парафраз. Как школьное изложение, только излагаемый текст не в памяти, а перед глазами. Еще это называется «пересказать своими словами». Опытный и добросовестный преподаватель способен в этом случае выявить факты плагиата, например в студенческом реферате, но при относительно большом объеме текста и количестве студентов в группе трудоемкость этой процедуры слишком велика. Студент, создавший свою работу пересказывая информацию из разных источников, в результате неизбежного «вникания» в смысл перерабатываемых текстов хорошо усваивает материал. Конечно, это возможно, если объем текста не слишком большой.

Экспертиза наличия заимствований в учебной литературе, также имеет ряд особенностей. Как правило, основными видами учебной литературы являются учебники и учебные пособия. Данные издания с разной степенью полноты содержат систематическое изложение учебной дисциплины, в соответствии с учебной программой. Они должны быть официально утверждены в качестве учебника или учебного пособия. В этих изданиях содержится информация общепризнанная и достоверная. Учебная литература технических направлений содержит значительное количество специализированных терминов, названия нормативных документов, устойчивые словосочетания. Поэтому реальная уникальность текста весьма далека от 90% - 100%. Попытки повысить ее за счет указанных выше элементов приведет к существенному искажению сути излагаемого учебного материала и само издание потеряет всякий смысл. В связи с этим сложно количественно определить требуемый минимальный порог уникальности учебников и учебных пособий технических направлений. Окончательное решение должно приниматься в каждом конкретном случае индивидуально в процессе экспертизы.

Аналогичная ситуация и с ВКР студентов технических направлений. Выпускной квалификационной работой по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и робототехника является дипломный проект. Его структура образована текстовой частью - пояснительной запиской и графической частью - листами, на которых представлены схемы, сборочные чертежи и плакаты. ВКР должна отражать уровень овладения студентом компетенциями, качество усвоения теоретических знаний и умение использовать методы и средства. В данном случае с одной стороны полнота рассуждений, а с другой точность, лаконичность и уместность формулировок в текстовой части ВКР автора и формируют представление о качестве этой работы и уровне ее исполнителя. Проверка уникальности текста ВКР, выявляет откровенное заимствование работы целиком или ее значительной части.

Значительное количество понятий и определений, используемых в технических дисциплинах, стали общепринятыми и после их изучения кажется,

что по-другому сказать сложно. Перефразирование в этом случае способно привести к искажению, потере лаконичности, доступности смысла и простоты понимания. Например, сложно получить высокий результат при прохождении процедуры оценки уникальности текста, если студенту необходимо в работе использовать закон Ома или один из законов Ньютона, еще и учитывая множество авторов (студентов), которые делали это до него.

Соблюдение требований нормативных документов, регламентирующих правила построения, изложения, оформления и обозначения ВКР, также оказывает влияние на количественные показатели уникальности текста. К числу таких требований, в частности, относятся [4]:

- текст ВКР должен быть логически последовательным, точным, необходимым и достаточным для раскрытия темы;
- в тексте ВКР следует применять термины, определения, обозначения и сокращения, установленные действующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе;
- в тексте ВКР не допускается применять:
 - обороты разговорной речи, техницизмы и профессионализмы;
 - для одного и того же понятия различные научно-технические термины,
 - близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
 - произвольные словообразования.

Очевидно, что процедура оценки наличия заимствований в ВКР помогает руководителям и проверяющим на самой начальной стадии работы исключить откровенные заимствования, как самой работы, так и ее частей, контролируя самостоятельность выполнения работы выпускником. Кроме того, от исполнителя требуется тщательный подход к использованию формулировок при выполнении работы.

Таким образом, использование программных средств оценки наличия заимствований в учебной литературе и ВКР по инженерным направлениям подготовки существенно повышает эффективность экспертизы учебной литературы и ВКР, но при этом целесообразно учитывать некоторые особенности, связанные с данными направлениями подготовки.

Список литературы

1. Портал всемирной организации интеллектуальной собственности [Электронный ресурс] : Switzerland, Женева : WIPO, 2007 - 2014. - Режим доступа: <http://www.wipo.int/portal/ru/>. - 10.12.2014.
2. Приказ ОГУ №102 от 15.03.2013 «О внедрении системы «Антиплагиат.ВУЗ» и разработке подсистемы «Выпускные квалификационные работы» ИАС ОГУ».
3. Приказ ОГУ №177 от 01.04.2014 «Об использовании системы «Антиплагиат. ВУЗ» и регламента использования задачи «Выпускные квалификационные работы» подсистемы «Деканат» ИАС ОГУ»
4. Работы студенческие : общие требования и правила оформления: СТО 02069024.101-2010 / Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования

"Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ. - 2010. - 94 с.

АКТИВИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Морозов Н.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

С началом использования новых образовательных стандартов произошло резкое уменьшение объема аудиторных занятий и возросло количество часов, выделяемых на самостоятельную работу. Это в значительной мере увеличило роль самостоятельной работы в образовательном процессе, при формировании необходимых компетенций [1 – 4].

Ученики старших классов, привыкшие к постоянному контролю со стороны учителей в школах, не способны на первом курсе сразу адаптироваться к появившемуся громадному объему самостоятельной работы. У них практически не сформированы компетенции, связанные с самостоятельным изучением материала. Это во многом объясняется однообразием тестов единого государственного экзамена, к которому ведется усиленная подготовка в старших классах. Учителя вынуждены акцентировать свое внимание на определенных вопросах, включенных в тесты, уделяя меньше внимания другим вопросам курсов. Это приводит к снижению кругозора и познавательного интереса учащихся. Таким образом, формирование у студентов первых курсов компетенций, связанных с активизацией познавательной деятельности и организацией самостоятельной работы, является весьма актуальным и крайне необходимо при подготовке бакалавров и магистров, способных в дальнейшей работе или учебе самостоятельно совершенствоваться в плане профессиональных знаний.

Рассмотрим возможности для активизации самостоятельной деятельности студентов в рамках внедряемой балльно-рейтинговой системы.

Балльно-рейтинговая системы стимулирует студента к более равномерному выполнению самостоятельной работы. В технологической карте прописываются контролируемые мероприятия, их распределение по модулям семестра, а также максимальное количество баллов, которое может получить студент за выполнение того или иного вида учебной работы (таблица 1).

Получив данную карту, студент может составить для себя график выполнения необходимых работ. Так как, как правило, при выполнении работы после установленного срока бал за нее существенно снижается, то студент будет мотивирован выполнить работу в срок и получить максимальный бал. Такой вид оценки работы студентов позволяет преподавателю обосновывать итоговый бал студента, анализировать самостоятельную работу каждого студента и, при необходимости, принимать меры по ее активизации.

Если по каким-либо причинам студент не смог получить желаемый бал или у него уже сформирован познавательный интерес, он может выполнить дополнительную работу, за которую получит дополнительный бал. В качестве дополнительных видов деятельности, как правило, выступают: участие в

конференциях, семинарах и олимпиадах, решение задач повышенной трудности, активная работа на занятиях и другие виды работ, используемые преподавателем для активизации познавательной деятельности и расширения кругозора.

Таблица 1 – Технологическая карта

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Максимальный рейтинговый балл
1	2	3
1-8 учебные недели		
1	Работа на лекционных занятиях	4
2	Работа на лабораторных занятиях	8
3	Выполнение и защита лабораторных работ	16
Всего баллов		28
9-14 учебные недели		
4	Работа на лекционных занятиях	3
5	Работа на лабораторных занятиях	6
6	Выполнение и защита лабораторных работ	16
Всего баллов		25
15-18 учебные недели		
7	Работа на лекционных занятиях	2
8	Работа на лабораторных занятиях	4
9	Выполнение и защита лабораторных работ	11
Всего баллов		17
Промежуточный контроль (экзамен)		30
Итого баллов		100

При подготовке к предметной олимпиаде происходит заметная активизация познавательной деятельности студента за счет более детальной проработки изучаемых вопросов, дополнительного общения с преподавателем, участвующим в подготовке, получения дополнительных навыков самостоятельного решения задач. Со стороны преподавателя в данном случае очень важно научить студентов самостоятельно анализировать содержание задачи, подбирать правильный алгоритм ее решения [5, 6].

Для успешного решения задач повышенной трудности, имеющих нестандартный алгоритм решения, необходим широкий научный кругозор. Желательно сформировать у студентов компетенции, направленные на самостоятельное изучение необходимого материала с использованием специализированной литературы и выделение главных структурных элементов (основных законов, принципов, методов, алгоритмов). При этом нужно развивать навыки анализа и синтеза научной информации, индукции и дедукции. При решении задач студентам необходимо стараться найти несколько методов решения задачи, что позволит самостоятельно проверить правильность ее решения.

Участие в научных конференциях и семинарах обеспечивается вовлечением студентов в научно-исследовательскую работу. Для правильной активизации самостоятельной научно-исследовательской деятельности студентов необходимо придерживаться ряда рекомендаций:

1) необходимо организовать индивидуальный подход к каждому студенту, при необходимости разработать для каждого студента мероприятия по стимулированию его научно-исследовательской деятельности;

2) желательно обеспечить соответствие научно-исследовательской темы студента темам НИР, проводимым на кафедре, и направлению его подготовки;

3) привлекать студентов к НИРС необходимо с первого курса, в течение всего срока проведения работ направлять самостоятельную деятельность на обеспечение постоянного увеличения научных и профессиональных знаний, формирование необходимых компетенций;

4) руководителям НИРС необходимо обучать студентов методикам и средствам самостоятельного и коллективного решения научно-исследовательских задач и развивать навыки организации работы в научных коллективах;

5) желательно, чтобы тема работы, выполняемой студентом, не менялась в течение всего срока обучения в вузе, была подкреплена возможностью публикации результатов исследований и получения патентов, а также реализацией научных разработок на практике.

Огромное значение имеет общение участников конкурсов, конференций и семинаров, в процессе которого происходит обмен опытом, знаниями, мотивациями.

Таким образом, для активизации познавательной деятельности студентов, а также повышения их успеваемости, рекомендуется ввести в технологическую карту дополнительные виды работ (таблица 2).

Таблица 2 – Часть технологической карты

	<i>Дополнительная работа</i>	
10	Подготовка доклада на конференцию	8
11	Участие в олимпиаде по ТМ	7
12	Другие виды работ	5
	<i>Итого за дополнительную работу</i>	20

Введение ряда дополнительных работ в технологическую карту позволяет студентами, ориентированным на получение знаний и имеющим высокую познавательную активность, за счет выполнения данных работ повысить свой рейтинг, поучаствовать в научных мероприятиях, получить новый опыт научно-исследовательской и профессиональной деятельности. Для студентов, имеющих низкий уровень знаний и не выполняющих предусмотренную технологической картой работу (или выполняющих ее не в установленные сроки) дополнительная работа является мотивацией к повышению своей

успеваемости, получению навыков самостоятельной работы.

Список литературы

1. Морозов, Н.А. Оценка самостоятельной деятельности студентов технических направлений подготовки / Н.А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С.373-376 - ISBN 978-5-4417-0309-3

2. Морозов, Н.А. Формирование компетенций, связанных с самостоятельным решением задач/ Н.А. Морозов, А.А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С.377-379 - ISBN 978-5-4417-0309-3

3. Куча, Г.В. Организация самостоятельной работы студентов при преподавании теоретической механики/ Г.В. Куча, И.И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С.344-347 - ISBN 978-5-4417-0309-3

4. Кудина, Л.И. Научно-методические аспекты формирования ключевых компетенций при изучении курса теоретической механики/ Л.И. Кудина, Гаврилов А.А. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С.337-340 - ISBN 978-5-4417-0309-3

5. Власов, Ю.Л. Анализ проведения студенческих олимпиад по теоретической механике/ Ю.Л. Власов, Л.И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С.204-207 - ISBN 978-5-4417-0309-3

6. Власов, Ю.Л. Модульная технология обучения студентов по дисциплине «Прикладные задачи динамики твердого тела»/ Ю.Л. Власов, Л.И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С.214-218 - ISBN 978-5-4417-0309-3

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРИНГЕРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБШИВОК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Морозов Н.А., Изенин С.Д.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одной из основных характеристик летательного аппарата является его масса. Снижение массы позволяет снизить динамические нагрузки, возникающие при транспортировке летательного аппарата и в процессе его полета, а также уменьшить количество необходимого для полета топлива. Таким образом, разработка мероприятий, позволяющих снизить массу летательного аппарата при обеспечении условий прочности, жесткости и устойчивости является весьма актуальной.

Снижение массы может быть обеспечено путем использования новых более легких материалов, например композитных, или за счет изменения конструкции летательного аппарата. Рассмотрим влияние геометрических характеристик конструкции стрингеров, подкрепляющих цилиндрические обшивки летательных аппаратов, на устойчивость данных подкрепленных обшивок. Это позволит оптимизировать конструкцию летательного аппарата с учетом устойчивости его обшивки по критерию минимальной массы.

Потеря устойчивости подкрепленной обшивки будет происходить под действием осевых сил (рисунок 1), определяемых по формуле:

$$N(x) = N_A(x) + m(x) \cdot g \cdot n, \quad (1)$$

где $N_A(x)$ - осевая составляющая аэродинамических сил, действующих на рассматриваемую часть летательного аппарата, Н;
 $m(x)$ - масса отсеченной части летательного аппарата, кг;
 g - ускорение свободного падения, м/с²;
 n - коэффициент осевой перегрузки.

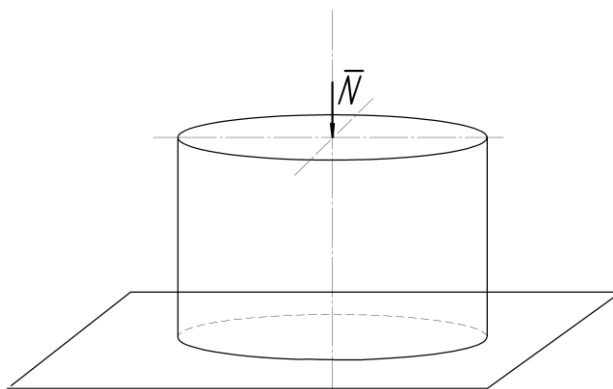


Рисунок 1 – Расчетная схема

В качестве примера произведем расчет на потерю устойчивости подкрепленного цилиндрического отсека летательного аппарата длиной 850 мм и диаметром 880 мм под действием осевой сжимающей силы 139580 Н. Корпус отсека состоит из тонкостенной обшивки и силового набора, включающего в себя 4 стрингера. Обшивка представляет собой 4 секции листовой стали 12Г2А толщиной 1 мм. Стрингеры выполнены из сплава В95 толщиной 5 мм.

При расчете будем использовать стрингеры с наиболее часто встречаемыми формами поперечных сечений: в виде уголка и z – образное (рисунок 2). Крепление стрингеров к обшивке производится через полку длиной a .

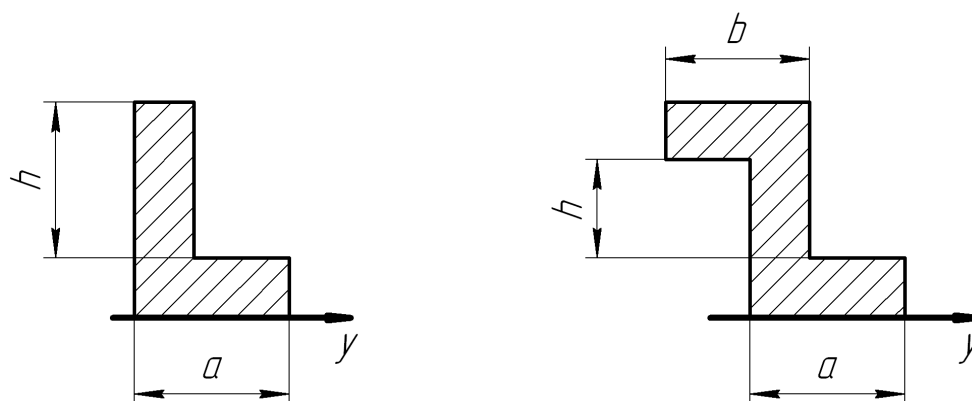


Рисунок 2 – Формы поперечных сечений стрингеров

Расчет отсека на устойчивость при различных геометрических характеристиках сечения стрингеров осуществлялся в программе FemarMSCNastran с помощью метода конечных элементов (рисунки 3, 4). При расчете рассматривались сечения с различными линейными размерами, которые задавались из условия обеспечения одинаковой площади поперечного сечения стрингера. Данное условие позволяет всем рассматриваемым стрингерам иметь одинаковую массу.

Выбор стрингеров, имеющих наиболее оптимальные геометрические характеристики, осуществлялся по величине коэффициента запаса устойчивости k конструкции. Расчет позволил установить, что, при выборе сечения в виде уголка, значения коэффициента запаса устойчивости k составили: для случая а) - $k = 1,049$, б) - $k = 1,082$, в) - $k = 1,139$; при выборе z – образного сечения: для случая а) - $k = 1,067$, б) - $k = 1,073$, в) - $k = 1,117$.

В качестве геометрической характеристики сечения выберем момент инерции относительно оси y , проходящей по стыку стрингера и обшивки.

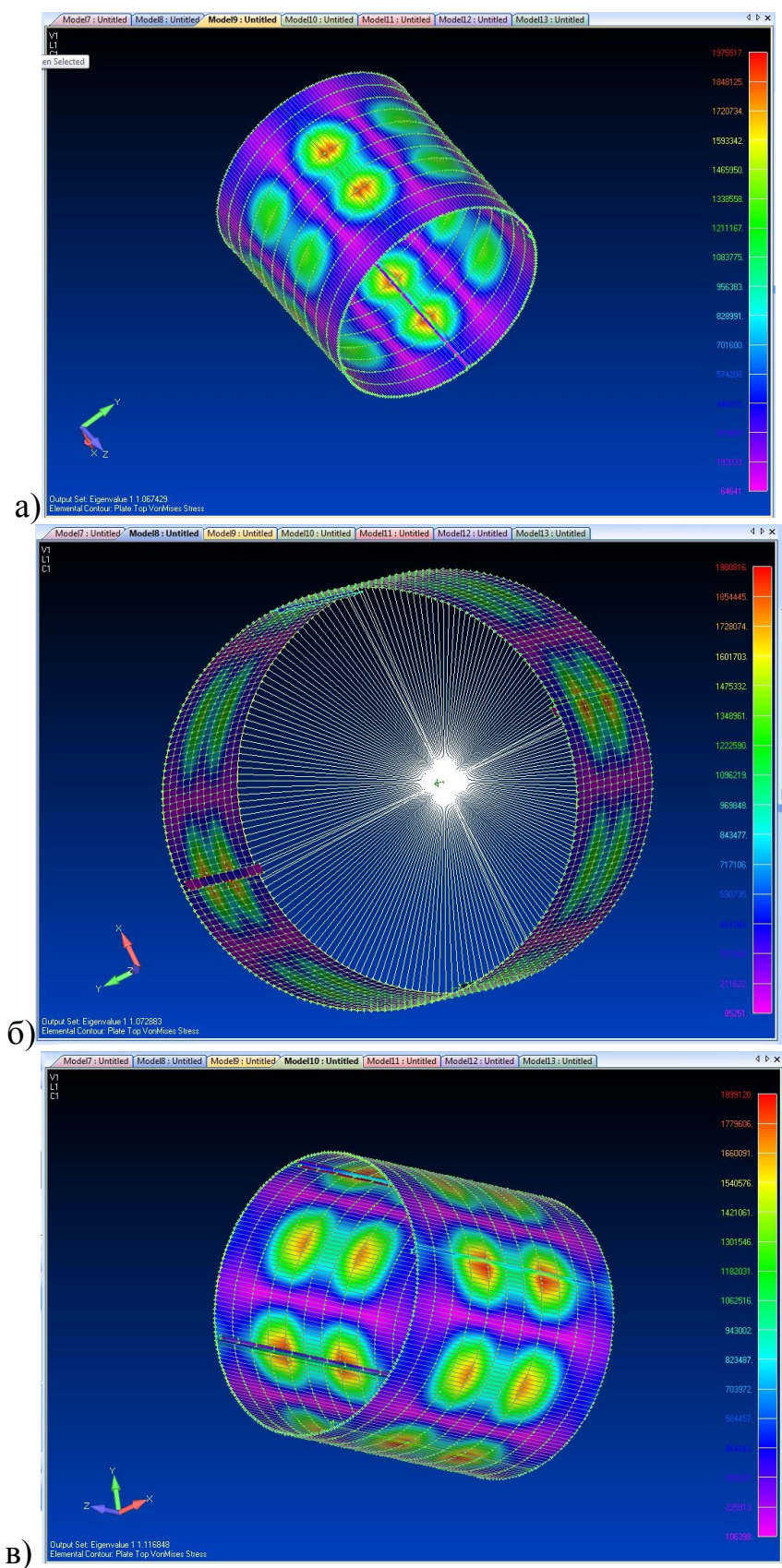


Рисунок 3 – Напряженное состояние цилиндрической обшивки, подкрепленной стрингерами, имеющими z – образные сечения:
 а) $b = 10$ мм, $h = 10$ мм, $a = 20$ мм; б) $b = 20$ мм, $h = 10$ мм, $a = 10$ мм;
 в) $b = 10$ мм, $h = 20$ мм, $a = 10$ мм.

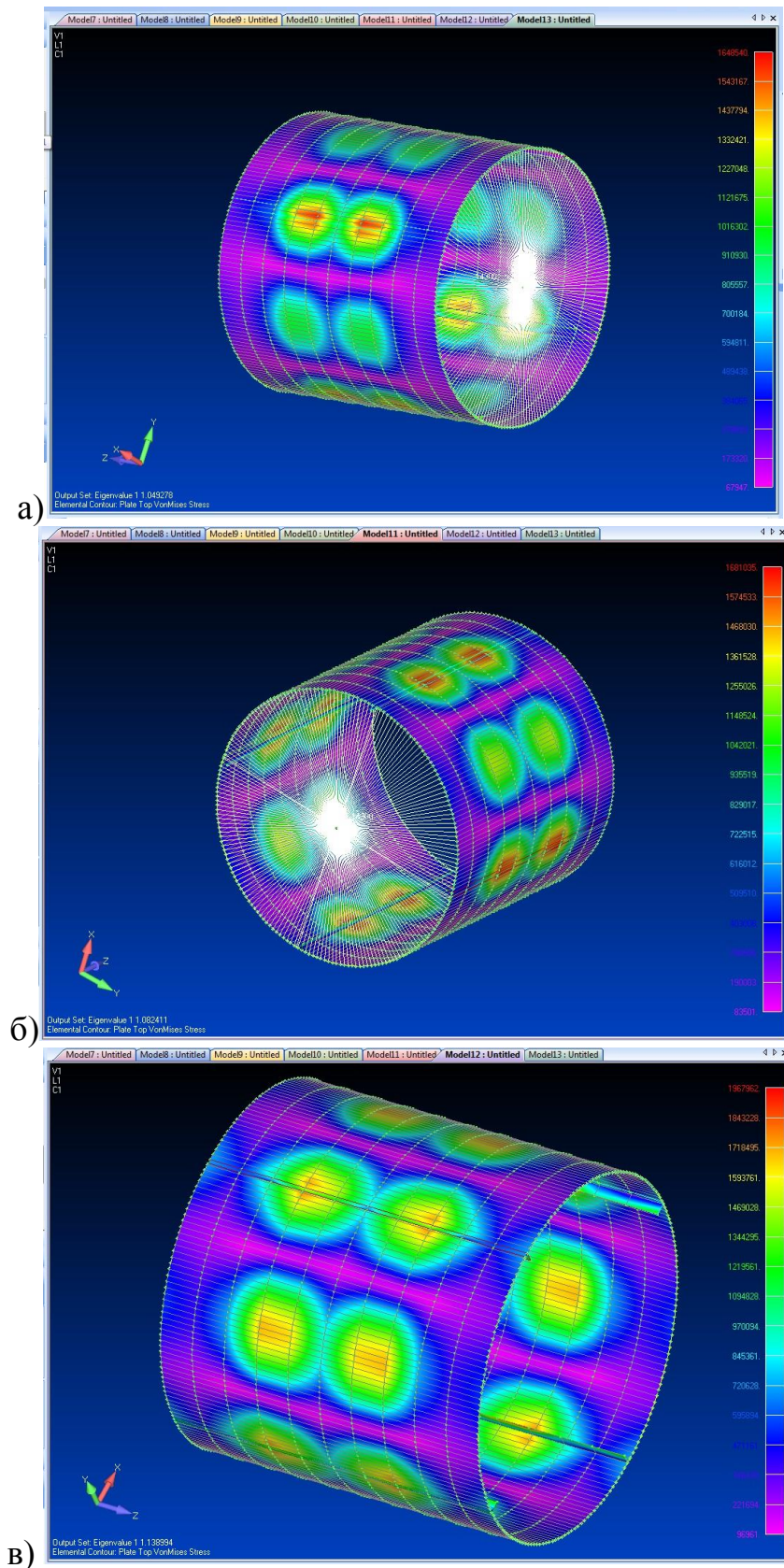


Рисунок 4 – Напряженное состояние цилиндрической обшивки, подкреплённой стрингерами, имеющими сечения в виде уголков:
а) $h = 10$ мм, $a = 30$ мм; б) $h = 20$ мм, $a = 20$ мм; в) $h = 30$ мм, $a = 10$ мм.

Для z – образных сечений: а) - $I_y = 2354 \text{ мм}^4$, б) - $I_y = 3104 \text{ мм}^4$, в) - $I_y = 6542 \text{ мм}^4$, для сечений в виде уголков: а) - $I_y = 1604 \text{ мм}^4$, б) - $I_y = 5292 \text{ мм}^4$, в) - $I_y = 14480 \text{ мм}^4$.

Очевидно, что увеличение данного осевого момента инерции приводит к увеличению коэффициента устойчивости подкрепленной обшивки. Таким образом, при заданном коэффициенте устойчивости наименьшей массой будет обладать тот стрингер, для сечения которого осевой момент инерции I_y будет наибольшим. Полученные результаты рекомендуется использовать при проектировании конструкций летательных аппаратов.

Список литературы

1. Образцов, И.Ф. Строительная механика летательных аппаратов: учебник для авиационных специальностей вузов / И.Ф. Образцов, Л.А. Булычев и др. – М: Машиностроение, 1986. – 536 с. – ил.

2. Гаврилов, А.А. Расчет прочности тонкостенных стержней при изгибных колебаниях с помощью фиктивных нагрузок / А.А. Гаврилов, Н.А. Морозов, Ю.Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – №1. – С.167-170 – ISSN 1814-6457

3. Гаврилов, А.А. Прочность и жесткость тонкостенных стержней при изгибных колебаниях / А.А. Гаврилов, Н.А. Морозов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – №4. – С.253 - 257– ISSN 1814-6457

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Мосалева И.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В современном обществе возрастает потребность в компетентных специалистах, способных быстро адаптироваться к постоянно меняющимся условиям рынка труда, что способствует активному реформированию и модернизации системы высшего профессионального образования. Значительные изменения также обусловлены научно-техническим прогрессом, который предъявляет целый ряд требований к профессиональному образованию, носящих общий характер, независимо от политического устройства промышленно развитого государства. Инженерное образование в современных условиях должно не только соответствовать существующим требованиям экономики, но и определять направления развития общественного производства.

Вследствие этого одной из самых актуальных задач вузов становится качественно новая подготовка конкурентоспособных специалистов инженерно-технического профиля различных уровней и направлений, обладающих творческим мышлением, мотивированных осуществлять непрерывное образование, способных к переосмыслению полученных знаний, использованию информации, имеющейся в их распоряжении, для оперативного решения производственных задач.

В условиях совершенствования системы образования в целом, для мышления инженера характерным является не усвоение готовых знаний в научной и практической областях, а творческая деятельность по созданию новых знаний, моделированию, проектированию, прогнозированию, и созданию условий для эффективной работы в науке и на производстве. Новый вид обучения должен ориентироваться непосредственно на подготовку специалиста с творческим стилем мышления и профессиональной деятельности, который может самостоятельно определить направление своего развития.

Практика показывает, что в результате традиционного обучения в вузе студенты получают значительный багаж знаний, но такое обучение не обеспечивает в полной мере формирование необходимых компетенций, которые определяют профессионализм специалиста. В дальнейшем это проявляется в особенностях адаптации выпускников к новым условиям деятельности, а также в неспособности предвидеть изменения производственных ситуаций.

В связи с этим, одним из путей решения вопроса о подготовке высококвалифицированных специалистов является ориентация вузовского образования на осуществление компетентностного подхода, который охватывает наравне с конкретными знаниями и навыками готовность человека

к применению полученных знаний для решения на практике разнообразных задач, встающих перед ним.

Фундаментальность высшего профессионального образования, формирование и развитие у студентов ключевых компетенций помогает успешной адаптации выпускников на производстве, социализации в обществе, и повышает их конкурентоспособность на рынке труда. Фундаментальность образования предусматривает более глубокое изучение естественнонаучных дисциплин – математики, физики, общинженерных дисциплин. В современных условиях повышения значимости фундаментальных наук в теоретической и профессиональной подготовке специалистов большое значение сохраняет дисциплина «Теоретическая механика».

Компетентностный подход в процессе изучения теоретической механики требует от преподавателя постоянного пересмотра арсенала методических средств и способов достижения задач, поставленных перед высшей школой.

Из-за резкого сокращения числа аудиторных часов (на долю самостоятельной работы приходится более 50% от общей учебной нагрузки) произошло значительное сокращение возможности общения преподавателя со студентами. Акцент на самостоятельную работу требует от студента умения учиться самостоятельно, преподавателям же необходимо искать новые мотивации к самостоятельному изучению материала, новые методики преподавания.

Из-за отсутствия хорошей начальной образовательной подготовки студенты младших курсов не имеют возможности успешно осваивать материал, предусмотренный образовательной программой. Одной из проблем современной высшей школы является оторванность приобретаемых знаний от реальной практической деятельности. Современные студенты не заинтересованы в изучении материала, который не входит в круг их потребностей и интересов. Активизация обучающихся происходит за счет организации их самостоятельной работы. Самостоятельная работа - это средство обучения познавательной деятельности учащихся. К ней можно отнести поиск различной информации, ее уяснение, формирование умений, закрепление знаний и т.д.

До недавнего времени самостоятельная работа чаще всего предполагала лишь самостоятельную работу с литературными источниками. Появление новых информационных технологий расширяет возможности организации самостоятельной работы: информационные технологии дают возможность использовать для самостоятельной работы не только печатную продукцию исследовательского или учебного характера, но и электронные издания, более доступны стали ресурсы сети Интернет - электронные базы данных, электронные библиотечные системы и т.д.

В рамках бакалаврских программ обучения студентов предусматривается овладение ими компетенциями, характеризующими готовность выпускников к самостоятельной деятельности. Среди них способность стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, участвовать в организации работы по повышению научно-технических знаний, в развитии

творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности и др. Бакалавриат дает возможность студенту получить тот минимум знаний и практики самостоятельной учебной деятельности, который понадобится ему для успешной работы в будущем.

В связи с этим самостоятельную работу студентов следует рассматривать как необходимое условие становления и развития профессиональной компетентности студентов в двухуровневой системе образования. Но было бы нецелесообразно и неправильно просто формально часть материала перевести на самостоятельное изучение. В связи с этим в классической модели проведения аудиторных занятий по теоретической механике происходят изменения: вместе с изложением нового материала, необходимо давать задания для самостоятельного изучения материала, знакомить с различными формами и приемами самостоятельной работы.

Как правило, аудиторные занятия включают проверку домашнего задания, опрос теории и решение задач. На каждом этапе занятия необходимо добавлять элементы самостоятельной работы. Например, можно разобрать по конспекту лекции какое-либо положение, поработать с условием задачи, провести поиск её решения, выполнить часть решения, осмыслить полученный результат. Также в рамках выполнения самостоятельной работы студенты могут сделать сообщения по рефератам и провести их последующее обсуждение. Проверка домашнего задания должна быть обязательной на каждом занятии. Чтобы она занимала разумный минимум времени, выдавая домашнее задание, преподаватель может обратить внимание студентов на возможные затруднения и указать пути их преодоления. От занятия к занятию количество заданий для самостоятельной работы должно увеличиваться, но в разумных пределах.

Чтобы самостоятельная работа была эффективной и проходила так, как запланировано, необходима соответствующая мотивация студентов. Учебная мотивация выражается в осознании студентом полезности той работы, которую он выполняет. Необходима психологическая настройка студентов на значимость выполняемой работы с точки зрения его профессиональной подготовки, его эрудиции, как специалиста, расширения кругозора, убежденность в том, что в результате выполнения самостоятельной работы он сможет лучше понять лабораторные работы, лекционный материал, и т.д.

Для повышения мотивации студентов к обучению и осуществления контроля над самостоятельной работой по теоретической механике традиционные расчетно-графические работы были заменены отчетом, в котором студент должен представить конспект вопросов, не вошедших в содержание лекций, выполненные лабораторные работы, самостоятельно решенные задачи. Кроме того, в отчет студент может включить реферат на любую интересующую его, связанную с механикой, тему. Опыт показывает, что написание такого отчета вызывает у студентов заинтересованность, так как при этом они могут проявить своё воображение и в то же время самостоятельно осваивают значительную часть курса. При этом преподавателям необходимо еженедельно контролировать выполнение работы и в случае необходимости её

корректировать.

Не всегда уменьшение объема аудиторной работы влечет за собой реальное увеличение самостоятельной работы студента. Увеличение доли самостоятельной работы в процессе аудиторных занятий один из способов обеспечить высокий уровень самостоятельности студентов и улучшить качество их подготовки.

Самостоятельная работа не только способствует плодотворному, усвоению учебной информации, способов осуществления профессиональной или познавательной деятельности, но и вырабатывает у студентов профессиональные и социально значимые личностные качества. Умение учиться самостоятельно является одним из важнейших умений в современном мире и основой обучения в течение всей жизни.

Список литературы

1. Куча, Г. В. Организация самостоятельной работы студентов при преподавании теоретической механики / Г. В. Куча, И. И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 344-347.

2. Куча, Г. В. Преподавание теоретической механики для бакалавров в условиях уровневой системы высшего профессионального образования / Г. В. Куча, И. И. Мосалева // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования - основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России: материалы Международной 66-й научно-практической конференции; ФГБОУ ВПО «СибАДИ» ». – Омск: СибАДИ, 2012, Кн. 2 – С. 232-235 - ISBN 978-5-93204-645-6(Кн.2).

3. Морозов, Н. А. Формирование компетенций, связанных с самостоятельным решением задач / Н. А. Морозов, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 377-379.

4. Голубницкая, Е. Н. Современные тенденции в реализации компетентного подхода в инженерном образовании / Е. Н. Голубницкая, Е. В. Таранова // Теоретические и методологические проблемы современного образования: материалы международной научно-практической конференции 29-30 декабря 2010 г.: Москва, 2010. – С. 38-40. <http://gosobrazovanie.ru/arhiv/03.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).

5. Сафина, А. Ф. Проблемные аспекты организации самостоятельной работы студентов в условиях перехода к двухуровневой системе образования / А. Ф. Сафина // Теоретические и методологические проблемы современного образования: материалы международной научно-практической конференции

29-30 декабря 2010 г.: Москва, 2010. – С. 161-163.
<http://gosobrazovanie.ru/arhiv/03.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).

6. Тельтевская, Н. В. Значение компетентностного подхода в повышении качества профессиональной подготовки студентов / Н. В. Тельтевская // Вестник поволжской академии государственной службы. – 2013. № 3 (36). – С. 65 - 71. - ISSN: 1682-2358. <http://elibrary.ru/download/76418893.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА В РАМКАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Мосалева И.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Компетентностный подход к обучению во всех сферах образовательной системы является одной из задач модернизации российского образования с учетом запросов рынка труда.

В настоящее время возрастает роль таких качеств личности, как способность к быстрому освоению новых областей знаний и новых профессий, способность быстро ориентироваться в меняющемся мире, умение находить общий язык с людьми разных культур, профессий и др. Такие качества называют «ключевыми компетенциями».

Ситуация на рынке труда, повсеместная информатизация среды и происходящие процессы ускорения темпов развития общества влияют на требования, предъявляемые к выпускнику. Очевидно, что в таких условиях традиционная система обучения устарела и не может ориентироваться только на получение знаний, что было до недавнего времени.

В современном мире система образования должна способствовать формированию новых качеств выпускника, таких как мобильность, инновационность, гибкость, инициативность, конструктивность и динамизм. Необходимо, чтобы будущий профессионал постоянно стремился к самообразованию, отличался готовностью к освоению новых технологий и понимал возможность их использования, умел принимать самостоятельные решения и разрешать проблемы, умел адаптироваться в социальной и профессиональной сферах, был способен работать в команде, был готов к стрессовым ситуациям и обладал умением быстро из них выходить.

В связи с этим ориентирование высшего образования на реализацию компетентностного подхода рассматривается как одно из направлений решения проблемы подготовки высококвалифицированных специалистов. Компетентностный подход подразумевает конкретные знания, умения и навыки. Вместе с тем компетентностный подход предполагает такие категории, как способности человека, его готовность к использованию приобретенных знаний в своей деятельности на практике для решения, поставленных перед ним задач.

Специалисты в аэрокосмической области производства используют ведущие научные достижения, создают передовые технические системы, реализуют инновационные технологии. Техническим университетам необходимо переходить к подготовке специалистов нового поколения, инженеров с высоким уровнем общеинженерной, социально-гуманитарной и естественнонаучной подготовки, которые будут способны разрабатывать конкурентоспособную продукцию на базе моделирования, используя принципы оптимизации и этим сокращая сроки создания объектов аэрокосмической

техники.

Современный специалист должен обладать высокой профессиональной компетентностью, иметь навыки воспитательной, управленческой и организационной работы в коллективе, осознавать ответственность за результаты своего труда, он должен иметь твердую гражданскую позицию, четко выработанное научное мировоззрение, высокий уровень общей и профессиональной культуры.

Профессиональная компетентность говорит о теоретической и практической готовности человека к профессиональной деятельности. Компетентность специалиста авиационной отрасли в его профессиональной деятельности предполагает способность творчески подходить к решению любой задачи, склонность к критическому, абстрактному и философскому мышлению, умение перестраиваться с одного вида или объекта инженерной деятельности на другие, т.е. компетентный специалист должен обладать качествами профессиональной мобильности.

Наибольшее внимание в обучении отводится специальным дисциплинам. Но очевидно, что для успешного развития аэрокосмической отрасли необходимы специалисты, которые бы наряду со специальной подготовкой имели бы фундаментальные знания по математике, общетеchnическим и естественнонаучным дисциплинам.

Одной из фундаментальных естественнонаучных дисциплин, лежащих в основе современной техники, является теоретическая механика, на материале которой базируются такие общетеchnические дисциплины, как «Сопротивление материалов», «Прикладная механика», «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования».

Предмет «Теоретическая механика» в соответствии с базисным учебным планом, разработанным в рамках Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» относится к дисциплинам базовой части математического и естественнонаучного цикла. В ходе изучения курса студенты должны получить понятие о предмете дисциплины «Теоретическая механика», иметь представление о возможностях аппарата теоретической механики и пределах применимости её моделей, а также приобрести навыки решения типовых задач по основным разделам дисциплины и опыт компьютерного моделирования механических систем [5].

Выпускник бакалавриата по направлению подготовки 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» должен обладать общекультурными и профессиональными компетенциями, а именно, высокой мотивацией к осуществлению своей профессиональной деятельности, должен понимать социальную значимость будущей профессии; уметь применять основные законы дисциплин естественнонаучного цикла в профессиональной деятельности, использовать методы моделирования и математического анализа, теоретического и экспериментального исследования; уметь использовать прикладные

программные средства при решении конкретных технических задач в своей будущей профессиональной деятельности, владеть методами стандартных испытаний при определении технологических показателей и физико-механических свойств материалов и готовых изделий машиностроения, знать стандартные методы проектирования изделий, прогрессивные методы их эксплуатации. Кроме того, необходимо обладать способностью к сбору и анализу исходной информации для проектирования технологических процессов изготовления продукции машиностроения, средств автоматизации, управления и технологического оснащения. [6].

Разработанная и утвержденная рабочая программа учебной дисциплины «Теоретическая механика» по направлению 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» предполагает выполнение следующих лабораторных работ: «Равновесие тела, находящегося под действием произвольной системы сил», «Скорость и ускорение точки при координатном и естественном способах задания движения», «Скорость и ускорение точек тела при вращательном движении тела», «Скорости и ускорения точек при плоском движении тела», «Теоремы о сложении скоростей и ускорений при сложном движении точки», «Динамика точки».

Методика обучения студентов решению практических задач требует определенной последовательности: четко и в полной мере уяснить условие задачи; уточнить знание и практический опыт, на базе которых задача может быть решена. Лабораторные работы выполняются после изучения основных разделов и тем и имеют обобщающий характер.

Порядок проведения занятия сводится к следующему:

- сообщение темы и определение цели работы;
- уяснение теоретических положений, которые будут применяться для выполнения работы;
- разработка порядка выполнения работы;
- выполнение задания;
- анализ результатов, проведенной работы;
- подведение итогов занятия.

При этом у студентов есть возможность заранее ознакомиться с предстоящими заданиями, так как все лабораторные работы оформлены в «Учебное пособие для лабораторных работ по теоретической механике». Пособие содержит: введение и лабораторные работы по шести разделам теоретической механики. В каждом разделе приведены основные формулы и определения, а также вопросы для самоконтроля. Приводятся варианты заданий, исходные данные к ним и схемы конструкций и механизмов. Рассмотрены примеры выполнения лабораторных работ. Приведен список используемых источников. Задания, приводимые в пособии многовариантны. Отчет студентами сдаётся в письменной форме, защита проводится в устной форме.

Учебное пособие представляет четкую инструкцию для самостоятельной работы студентов, имеет практическую направленность, руководствуясь которым углубляются знания и закрепляются умения по изучению дисциплины,

приобретаются первоначальные навыки проведения технических расчетов и их оформления согласно стандарту организации.

При изучении теоретической механики происходит формирование системы фундаментальных знаний, складывается целостное представление о механической составляющей современной естественнонаучной картины мира в целом. Имея такую систему знаний, будущий специалист способен с успехом решать разного рода, научно-технические задачи в теоретических и прикладных областях деятельности, научно анализировать задачи своей профессиональной области, в том числе задачи, связанные с созданием новой техники и технологий, а также использовать современные информационные и образовательные технологии для самостоятельного получения новой информации, которая будет необходима в его научной и производственной деятельности [5].

Таким образом, теоретическая механика является для студентов направления подготовки 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», первой в учебном процессе дисциплиной, закладывающей фундамент в формирование теоретических знаний, профессиональной интуиции и, в конечном счете, интеллекта будущего бакалавра.

Список литературы

1. Куча, Г. В. Организация самостоятельной работы студентов при преподавании теоретической механики / Г. В. Куча, И. И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 344-347.

2. Кудина, Л. И. Научно-методические аспекты формирования ключевых компетенций при изучении курса теоретической механики / Л. И. Кудина, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 337-340.

3. Морозов, Н. А. Формирование компетенций, связанных с самостоятельным решением задач / Н. А. Морозов, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 377-379.

4. Овчинникова, И. В. Формирование профессиональной компетентности специалистов аэрокосмического профиля в процессе изучения естественнонаучных дисциплин: диссертация ... кандидата педагогических наук: 13.00.08 / И. В. Овчинникова. - Самара, 2009.- 174 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-13/411. <http://lib.ua-ru.net/diss/cont/394450.html> (дата обращения: 26.11.2014).

5. Программа дисциплины «Теоретическая механика».

<http://rushkolnik.ru/docs/203/index-394891.html> (дата обращения: 27.11.2014).

6. *Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата). Постановление Правительства Российской Федерации от 3 июня 2013 г. № 466 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 23, ст. 2923).*

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛИ РАКЕТОСТРОЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новикова А.С., Осипов Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Эффективность производства представляет собой комплексное отражение конечных результатов использования всех ресурсов производства за определенный промежуток времени.

Она характеризует повышение производительности труда, наиболее полное использование производственных мощностей, сырьевых и материальных ресурсов, достижение наибольших результатов при наименьших затратах.

Оценка экономической эффективности производится путем сопоставления результатов производства с затратами, [1]:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Результат}}{\text{Ресурсы (затраты)}} \quad (1)$$

Для оценки уровня эффективности работы предприятия, получаемый результат (валовой доход, прибыль) сопоставляется с затратами или используемыми ресурсами. Соизмерение прибыли с затратами означает рентабельность или, точнее, норму рентабельности [2].

Косвенную, но важную роль в её оценки играет технология. Именно от выбора предприятием технологии изготовления продукции будет зависеть состав производственных фондов, выбор ресурсов и результат - получение качественного конечного продукта, в данном случае, изделия.

Совершенствование технологии производится для повышения качества продукции, а так же уменьшения затрат на её изготовления (трудо-, материало-, энергозатрат, а так же для увеличения прибыли и сохранения конкурентоспособности) [3].

Однако, это требует значительных капитальных затрат, чтобы производство было рентабельным.

Основные пути повышения эффективности:

1) снижение трудоёмкости;

Трудоёмкость продукции представляет собой затраты рабочего времени на производство единицы продукции в натуральном выражении по всей номенклатуре выпускаемой продукции и услуг. При значительной номенклатуре выпускаемой продукции трудоёмкость обычно определяется по изделиям-представителям, к которым приводятся все остальные и по изделиям, занимающим наибольший удельный вес в суммарном выпуске продукции [2].

2) экономичное использование материалов;

3) снижение фондоёмкости;

Фондоёмкость показывает долю стоимости основных фондов, приходящуюся на каждый рубль выпускаемой продукции [2].

4) снижение капиталоемкости;
5) повышение качества продукции;
6) совершенствование структуры производства;
7) инновации, научно-исследовательская работа, с последующим внедрением на производстве, внедрение организационных систем управления и т.д.;

8) повышение технико-экономического уровня производства;

9) внутрипроизводственные факторы:

а) новые виды продукции;

б) механизация и автоматизация;

в) использование современных материалов;

10) внешние:

а) государственная социальная, экономическая политика;

б) совершенствование ракетостроительной отрасли и т.д.

Проанализируем и опишем некоторые из возможных мер по повышению эффективности на примере машиностроительного предприятия.

Рассмотрим структуру и взаимоотношения цехового персонала. Помимо начальника и его заместителя в цехе имеются: технологическое бюро (ТБ) – работают инженерно-технические работники (ИТР), планово-диспетчерское бюро (ПДБ), бюро нормирования или бюро труда и заработной платы (БТЗ), бюро технического контроля (БТК), мастера, рабочие.

Схема организационной структуры цеха и взаимоотношения между подразделениями представлены на рисунке 1.

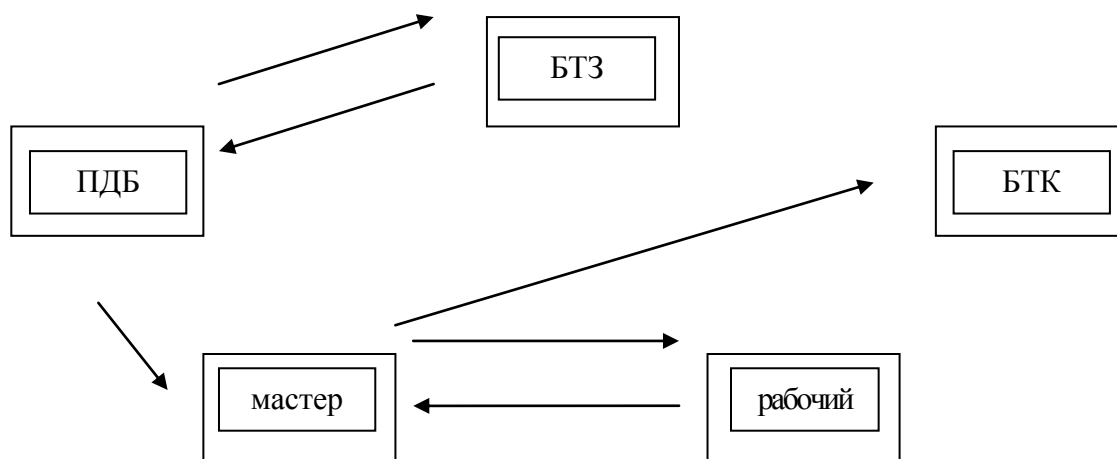


Рисунок 1 – Схема организационной структуры цеха

На рисунке 1 показано упрощенное взаимодействие между подразделениями цеха. В действительности процесс этот намного сложнее. Изложим его в краткой форме. Сформированный заказ на изготовления партии деталей приходит в ПДБ, где его фиксируют и отправляют в ТБ. Технологи разрабатывают технологический процесс (ТП), рассчитывают материал, инструмент для работы и направляют в ПДБ бланк заказа. Далее, в БТЗ производится нормирование, рассчитывается стоимость и количество времени на 1 операцию, а после – открывают заказ. В ТБ техпроцессы запускаются в

работу. Далее, задание отдаётся мастеру на участок, где рабочий выполняет работу. Мастер отдаёт детали в БТК. Если брак отсутствует, военным представителем министерства обороны Российской Федерации (ВП МО РФ) подписывается накладная.

Чтобы повысить эффективность предприятия, нужно повысить качество изделий. Это требует больших вложений. Чтобы повысить качество, необходимо внедрить усовершенствованные технологии, оборудовать участки современными станками и инструментом, а также улучшить качество знаний персонала путем прохождения курсов повышения квалификации и проведения обучающих мероприятий. Благодаря этому уменьшается брак деталей, что намного дешевле, чем его устранение. Это, либо доработка бракованных деталей, что требует дополнительного финансирования, либо оформление брак-карты с дальнейшим удержанием из заработной платы исполнителя.

Затраты на предотвращение ошибок в технической подготовке составляют от 10 до 15%, затраты на контроль от 35 до 40%, затраты на исправление ошибок – до 50% от общих затрат на обеспечение качества производимой продукции.

Рассмотрим отклонения параметров, которые возникают при производстве деталей и не соответствуют конструкторской документации (КД).

Основные возможные отклонения:

- зарез;
- вмятина;
- подрез;
- не выдержан геометрический размер и т.д.

Основные причины возникновения отклонений – человеческий фактор. Чаще всего - вина исполнителя (оператора, токаря, фрезера, слесаря и т.д.) в несоблюдении техпроцесса, невнимательность, либо поломка инструмента.

Некоторые из этих отклонений подлежат доработке и на такие детали оформляют карточку разрешения. Если конструктор определил, что деталь нельзя использовать, то оформляется брак-карта.

Наиболее распространённые отклонения и их причины, упоминаемые в брак-картах, сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Наиболее частые отклонения и их причины

Характер отклонений, по которым оформлены брак-карты	Причина
Не выдержан размер	Невнимательность, небрежность
Не выдержан размер Ø	
Не выдержан шаг (резьбы)	
Микротрещины	
Зарез детали, подрез	
Несоответствие шероховатости поверхности	
Отклонение контура (изогнутость)	
Утонение стенки	

Проанализировав основные статистические данные по качеству изготавливаемой продукции, можно выявить слабые места в производстве, требующие устранения: устаревшее оборудование, большое влияние человеческого фактора на изготовление деталей, оформительские работы и возможная недостаточная проработка ТП, а также несоответствие сложности детали квалификации исполнителя.

Помимо контроля за качеством, необходимо обеспечивать качество продукции. Высокая эффективность отрасли ракетостроения достижима внутрипроизводственными мерами совместно с различными программами господдержки, поскольку ракетостроение - отрасль наукоёмкая и требует больших материальных вложений.

Список литературы

1. *Основы экономики предприятия [Электронный источник]: учебное пособие/ Т.В. Яркина: <http://www.aup.ru/books/m64/>.*
2. *Хунгуреева И.П., Шабыкова Н.Э., Унгаева И.Ю. Экономика предприятия: Учебное пособие. – Улан-Удэ, Изд-во ВСГТУ, 2004. –240 с. ISBN 5-89230-173-7.*
3. *Экономика предприятия : учебное пособие / И. С. Большухина; под общ. ред. В. В. Кузнецова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 118 с. ISBN 978-5-9795-0062-1*

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ ИЗДЕЛИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТАТИЧЕСКИХ И ПОВТОРНО-СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Остер К.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время при исследовании свойств материалов, при определении прочностных характеристик изделия, при проведении испытаний изделия на статическую прочность и повторно-статическую прочность широко используется метод электротензометрии.

Тензометрия – так называют методы электрических измерений механических величин: деформаций, перемещений, сил, давлений, моментов, перегрузок, частот – обладает исключительными качествами, которые явились причиной ее развития как индустриального метода с самым широким применением в машиностроении и практически во всех областях технической деятельности человека.

Метод основан на измерении приращения электрического сопротивления проводника (полупроводника), деформируемого совместно с деталью, к которой он механически прикреплен (приклеен). Сопротивление проводника R пропорционально его длине l и обратно пропорционально площади поперечного сечения F :

$$R = \rho \cdot l / F \quad (1),$$

где ρ – удельное сопротивление.

Для крепления чувствительного элемента тензорезистора к поверхности детали, а также для защиты и изоляции проводника и выводных проводников разработано несколько технологий и конструкций тензорезистора.

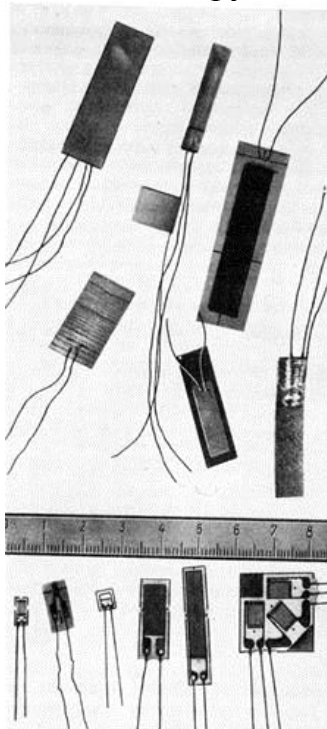


Рис. 1. Некоторые виды тензорезисторов и тензорозеток

Проводниковые тензорезисторы выполняют на основе тонкой проволоки диаметром 2–30 мкм (проволочные тензорезисторы) и на основе тонколистовой фольги толщиной 5–10 мкм (фольговые тензорезисторы). В зависимости от назначения и выбранной технологии проводниковые тензорезисторы выполняют на бумажной, пленочной, тканевой (стеклотканевой) или металлической фольговой подложке. В качестве связующего для закрепления чувствительного элемента и выводных проводников на подложке и тензорезистор на объекте применяют универсальные и специальные клеи, лаки, цементы, а также точечную сварку и пайку [2].

Для измерения статических и квазистатических деформаций используют мостовые схемы с питанием на переменном или постоянном токе, позволяющие осуществлять схемную термокомпенсацию.

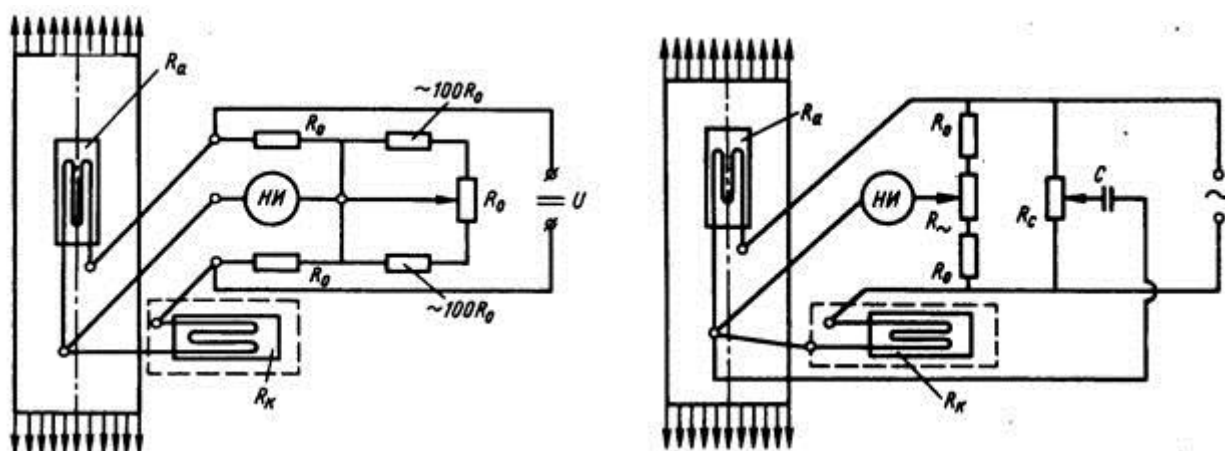


Рис. 2. Схемы измерительных мостов: слева – при питании постоянным током; справа – при питании переменным током
(НИ – нуль-индикатор; R_a и R_k – активный и компенсационный тензорезистор)

В связи с широким внедрением микроэлектроники наиболее универсальными являются цепи на постоянном токе.

Автоматизация тензоизмерений на основе информационно-измерительной системы значительно повышает производительность труда при прочностных испытаниях, но одновременно требует дополнительно высококвалифицированного персонала для обслуживания систем с ЭВМ и затрат на оборудование. Кроме того, ужесточились требования по разбросу метрологических параметров датчиков в партии. Информационно-измерительные системы применяют при испытаниях с массивом датчиков (преобразователей) 200–20000 шт. Многие системы оснащены каналами для подключения не только одиночных тензорезисторов, но и полумостов и мостов для тензодинамометров, датчиков давления, перемещения, температуры (терморезисторов), лучистого и теплового потока [1]

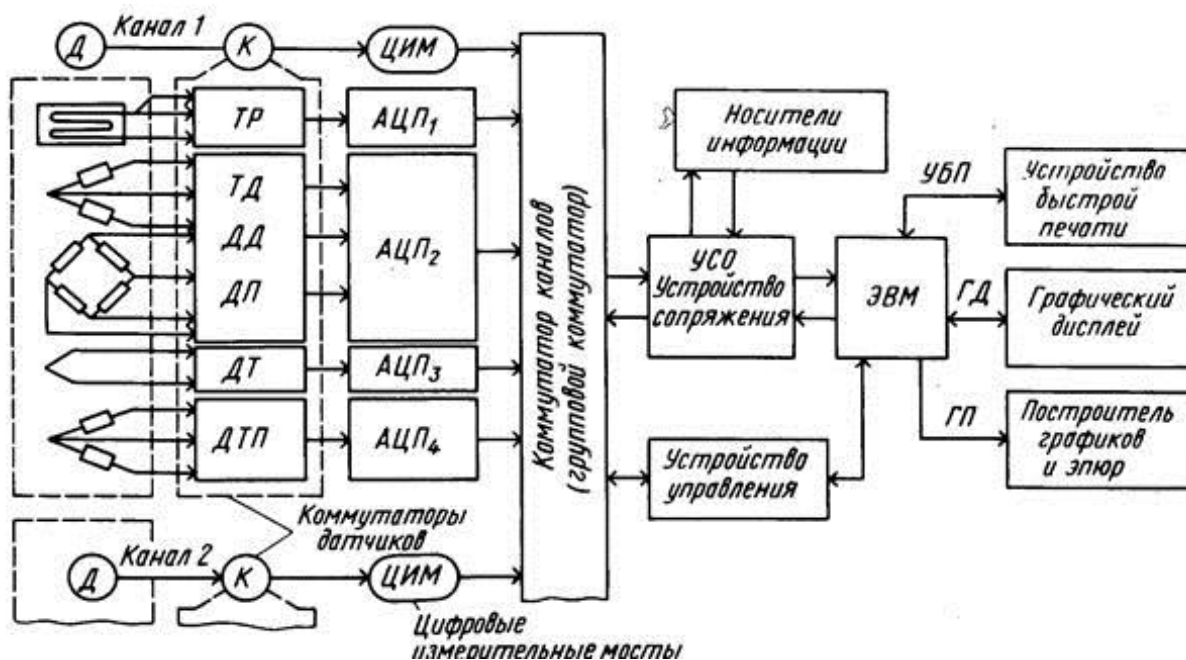


Рис. 3. Принципиальная схема информационно-измерительной системы сбора и обработки данных электротензоизмерений

В виду зависимости электротехнических величин от деформации датчика перед проведением измерений устанавливается непосредственная связь между деформацией датчика и приращениями отсчётов по шкале прибора при помощи тарировки.

Для этого из партии одинаковых датчиков берётся несколько штук для тарировки. Тарируемый датчик наклеивается на тарировочный стальной образец (тарировочная балочка или растягиваемый образец). Затем тарировочный образец нагружается ступенями и при каждой нагрузке P берётся отсчёт A по шкале прибора. В результате строится график зависимости между нагрузкой P и отсчётами по прибору A и устанавливается отношение

$$k_1 = \frac{\Delta A}{\Delta P} \quad (2).$$

Коэффициент k_1 практически постоянен.

Выводы:

1. В зависимости от назначения тензорезисторы выполняют на бумажной, пленочной, тканевой (стеклотканевой) или металлической фольговой подложке;

2. В качестве связующего для закрепления чувствительного элемента и выводных проводников на подложке и тензорезистор на объекте применяют универсальные и специальные клеи, лаки, цементы, а также точечную сварку и пайку;

3. Автоматизация тензоизмерений повышает производительность труда при прочностных испытаниях, но одновременно требует дополнительно высококвалифицированного персонала для обслуживания систем с ЭВМ и затрат на расходные материалы и оборудование;

4. Требуется проведение тарировки на дополнительном количестве тензорезисторов из одной партии.

Для того чтобы уйти от применения тензорезисторов при исследовании и измерении величины деформаций на объекте испытаний, в частности держатель балочный с подвешиваемым макетом груза, при проведении статических и повторно-статических испытаниях был применен метод лазерного сканирования.

Суть данного метода основана на использовании лазерного трекера FARO Laser Tracker. Это оборудование позволяет с высокой точностью измерять геометрические примитивы (точки, окружности, плоскости, конусы, цилиндры и т.д.), расстояние и углы между ними, отклонение формы и взаимного расположения. Также возможно контролировать сложные криволинейные поверхности методом сравнения с CAD моделью.

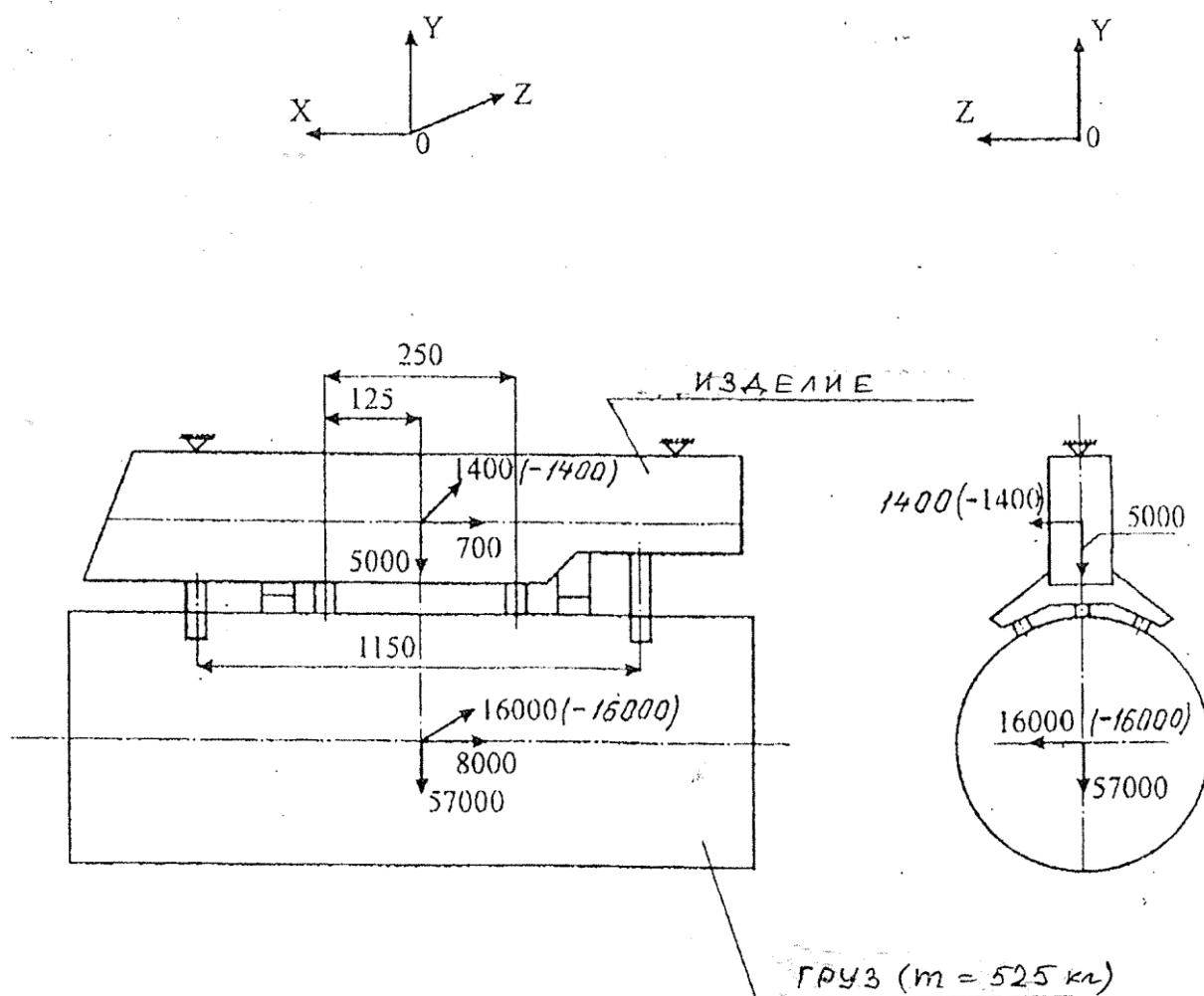


Рис. 4. Принципиальная схема нагружения держателя балочного (изделие) с макетом груза

На представленной схеме при определении величин деформаций держателя балочного был опробован и внедрен метод лазерного сканирования.

Принцип метода в следующем. Лазерный трекер в верхней части имеет поворотную головку с лазерным излучателем, которая способна вращаться по вертикали и по горизонтали. Внутри расположены два высокоточных датчика,

которые в режиме реального времени отслеживают угол поворота головки по обеим осям (вертикальной и горизонтальной). Излучатель дает лазерный луч, который отражается от зеркал уголкового отражателя. Они имеют форму пирамиды и установлены внутри измерительной сферы, так, что её вершина совпадает с центром сферы. С помощью лазерного луча определяется расстояние до сферы. Её оператор должен подносить к поверхности контролируемого объекта для снятия координат точек.

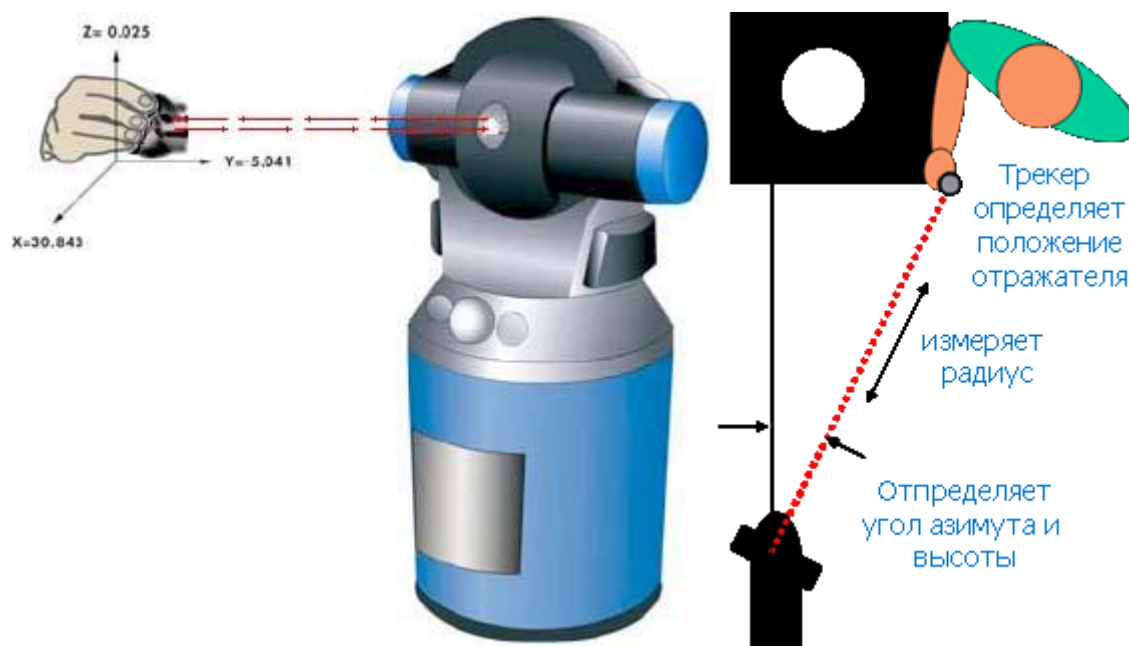


Рис. 5. Принципиальная схема сканирования

Координаты точек рассчитываются компьютером в системе координат трекера за счет известных двух углов поворота головки лазерного трекера FARO по горизонтали и вертикали, и известного расстояния до отражателя. С помощью сервоприводов, которые установлены в поворотной головке, трекер автоматически следит за перемещением измерительного отражателя и определяет координаты его положения в режиме реального времени. Таким образом, с помощью лазерного трекера FARO, можно контролировать как стационарные, так и двигающиеся изделия.

Для измерения геометрии держателя балочного оператора с помощью отражателя замерил на его поверхности определенное количество точек, достаточное для сравнения с компьютерной моделью (например, для линии минимум 2 точки, для плоскости минимум 3 точки, для окружности минимум 3 точки и т.д.) до начала нагружения. Программное обеспечение определяет координаты центра элемента, его действительные геометрические размеры и отклонения формы.

Далее производилось нагружение и по заранее установленным контрольным точкам без участия оператора (в целях обеспечения безопасности проведения испытаний) было проведено сканирование. И с помощью программного обеспечения определились координаты, действительные геометрические размеры и отклонения формы испытываемого изделия. Также

были проконтролированы линейно-угловые размеры между измеренными элементами и был произведен анализ их взаимного расположения (непараллельность, неплоскостность и т.д.) относительно первоначального состояния.

Для измерения криволинейных поверхностей деталей и оценки величины деформации был осуществлен импорт первоначальной CAD модели держателя балочного в программное обеспечение для контроля методом сравнения с CAD моделью после приложения нагрузки. Она несет в себе всю необходимую информацию о номинальных геометрических размерах поверхности.

Температурные датчики лазерного трекера FARO Laser Tracker постоянно следят за окружающей обстановкой и вносят корректировку в результаты замеров.

При помощи данного метода была определена величина деформации во время нагружения и полученное значение соответствовало теоретическому.

Выводы.

1. Для использования данного метода необходимы минимальные затраты на приобретение оборудования и программного обеспечения;
2. Не требуется применение универсальных и специальных клеев, лаков, цементов, точечной сварки и пайки, а также подготовки поверхности изделия под отражатель;
3. Автоматизация также повышает производительность труда при прочностных испытаниях и не требует высококвалифицированного персонала для обслуживания систем с ЭВМ и затрат на расходные материалы;
4. Не требуется проведение тарировки.

Список литературы

1. Гурьев, И.Г. Автоматизация тензоизмерений при проведении статических прочностных испытаний судовых конструкций. / И.Г. Гурьев, Т.С. Новоселова, В.Г. Тимофеев М.: Машиностроение - 1986. – 228с.
2. Соколов, С.С. Автоматизация измерений и обработки данных при испытаниях самолета на прочность. / С.С. Соколов М., Машиностроение, 1991. – 344с.

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ СТАТИЧЕСКИХ И ПОВТОРНО-СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Остер К.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

1. Программное обеспечение (ПО) автоматизированной системы измерения и управления параметрами испытаний.

Обозначим требования, которым должна удовлетворять создаваемая автоматизированная система испытаний [1].

Системное единство. При создании автоматизированной системы испытаний и ее подсистем ввода/вывода, а также при функционировании и развитии связи между ними и другими модулями должны обеспечивать целостность системы. Состав и взаимодействие методического, технического, программного и др. обеспечений должно быть таким, чтобы при функционировании системы в целом она имела бы свойства отличные от свойств ее отдельных компонентов вместе взятых.

Развитие. Для того, чтобы продлить жизненный цикл автоматизированных систем испытаний необходимо создавать их простыми в части модернизации, совершенствования и обновления компонентов.

Совместимость. ПО и языковые среды, а также техническая и информационная характеристики автоматизированной системы испытаний должны быть совместимы с другими автоматизированными системами.

Стандартизация. Необходимо, чтобы подсистемы и компоненты автоматизированных систем испытаний были унифицированы, стандартизованы по отношению к определенному объекту испытаний.

Накопление опыта в системе. При проведении испытаний должна вестись архивация испытаний и применяемых методик (по измерению, по тарировке датчиков и т.п.). Необходимо наличие поэтапного ввода в эксплуатацию отдельных подсистем ввода/вывода измерительных данных и т.п.

Существующее аппаратное обеспечение на базе модульных (крейтовых) систем сбора, преобразования, обработки и регистрации данных производства НПП «Мера» соответствует указанным требованиям.

Первое на что необходимо обратить внимание – это разработка программного обеспечения. Принципиальная структура существующего ПО «Recorder» производства НПП «Мера» представлена на рисунке 1. Это программное обеспечение обеспечивает настройку различных устройств, измерение и регистрацию полученных данных. Также имеются возможности для развития, расширения функциональности данного ПО с помощью подключения дополнительных библиотек – plug-in-ов.

Для целей проведения статических и повторно-статических испытаний разрабатывается plug-in (программное обеспечение статических и повторно-статических испытаний), обеспечивающий основные функции программного обеспечения «Recorder» (функции настройки, функции регистратора (в темпе измерений), контроль установок (в темпе измерений)) и ряд дополнительных

функций (отображение информации разными способами, создание, настройка и сохранение конфигурации определенного вида испытаний, резервирование).

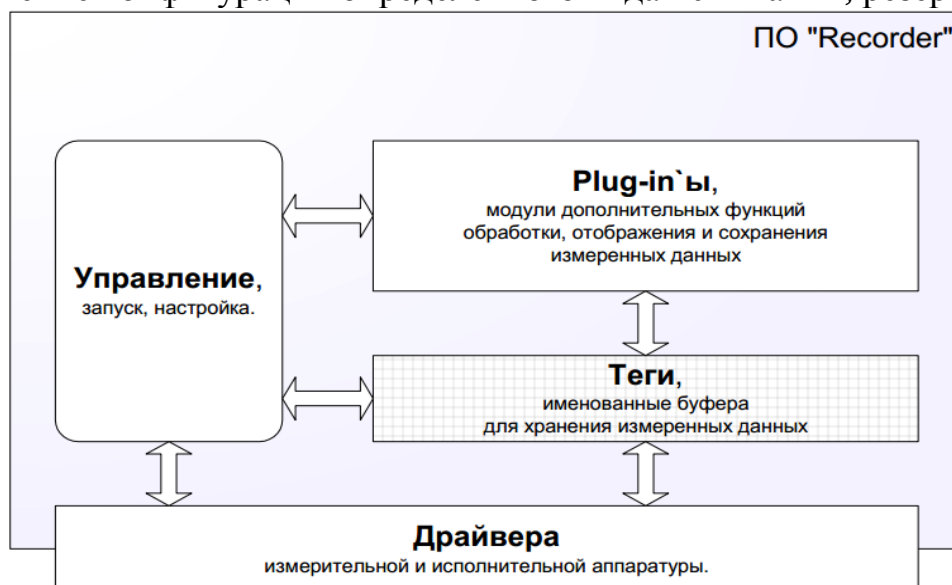


Рисунок 1 – Упрощенная структура ПО «Recorder»

При разработке программного обеспечения статических и повторно-статических испытаний необходимо учитывать требование обеспечения единства системы. Тем самым структура программного обеспечения тесно перекликается со структурой процесса испытаний. На рисунке 2 приводится примерная структура программного обеспечения совместно с испытательным процессом.

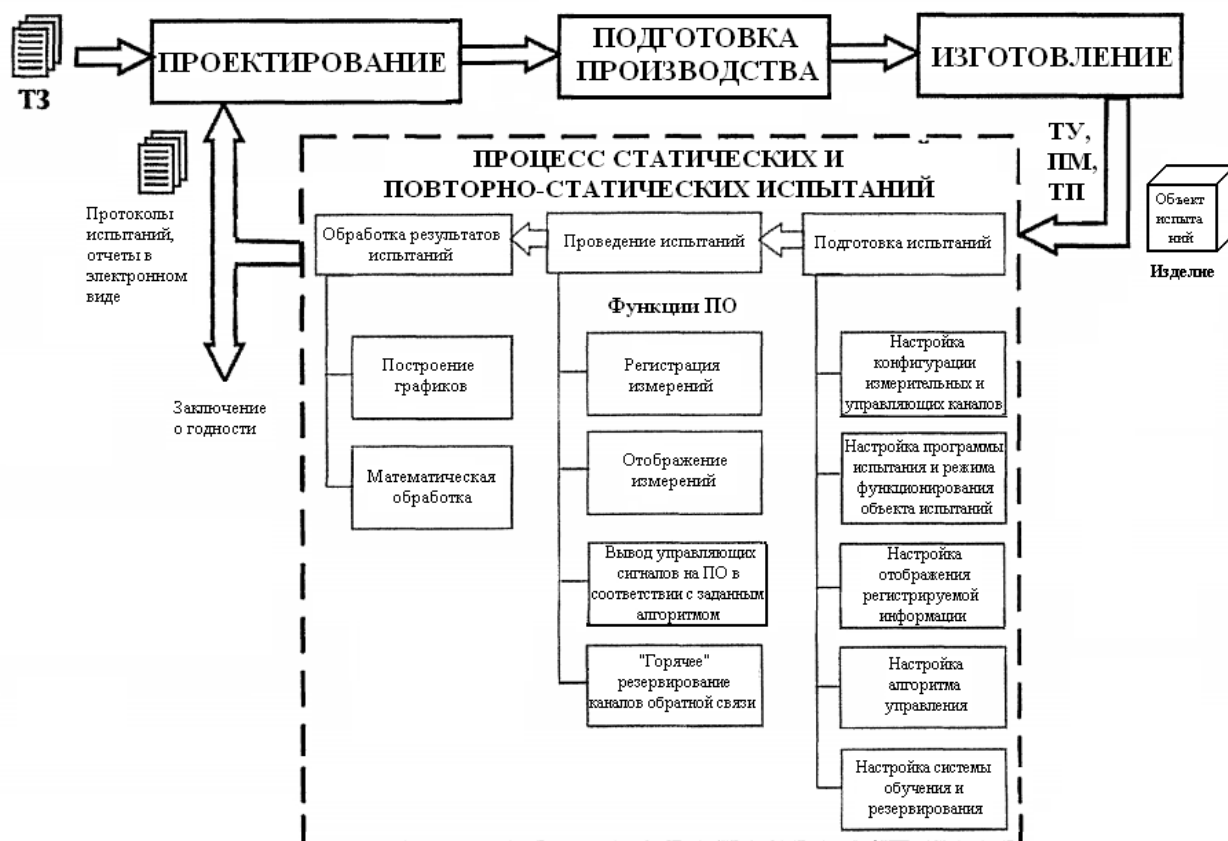


Рисунок 2 – Структура программного обеспечения статических и

повторно-статических испытаний

2. Обучающаяся система управления

Управление по параметрам системы управления и объекта испытания реализуется в обучающейся системе управления.

Управление по параметрам при работе системы можно представить в виде двух этапов:

1 этап: накопление значений параметров испытаний в базе данных. Данный этап осуществляется при проведении исследовательских испытаний опытных образцов изделий. Производится статистический анализ полученных данных, делается расчет средних значений [2].

2 этап: применение полученных значений для управления параметрами испытаний. Процесс осуществляется по режиму и осуществляется по кривой, рассчитанной как среднее от всех зарегистрированных кривых изменения данного параметра.

На 2 этапе до начала испытаний осуществляется выбор параметров управления. Критерием выбора параметров является среднеквадратичное отклонение накопленных значений параметров. Данный показатель является стабильностью параметров от испытания к испытанию.

На рисунке 3 представлен алгоритм проведения испытаний при осуществлении работы обучающейся системы управления.

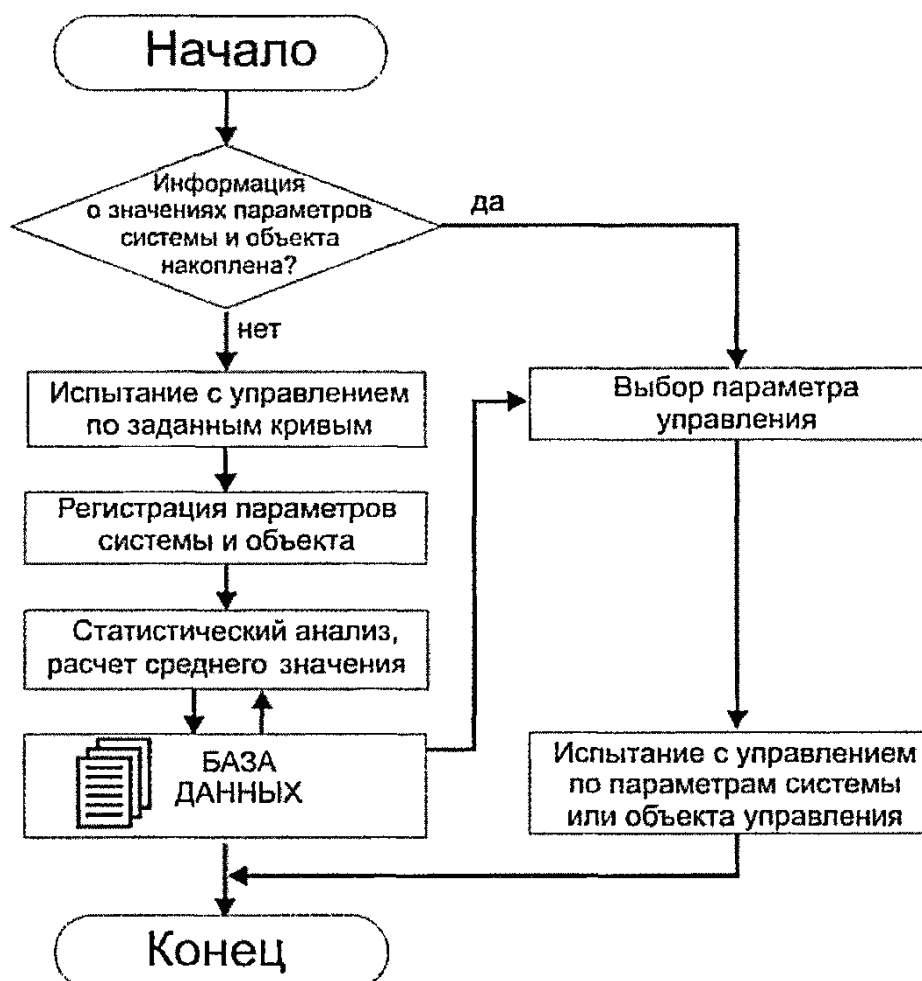


Рисунок 3 – Алгоритм проведения испытаний при работе обучающейся

системы управления

Данная система может быть также использована для резервирования каналов обратной связи. В этом случае переход на управление по параметрам системы управления и объекта испытаний будет осуществляться непосредственно в процессе испытаний. Данный переход на управление по резервному каналу обратной связи может произойти в случае выхода из строя основного канала обратной связи либо при большом отклонении от заданного фактического значения управляемого параметра.

3. Электромеханическая следящая система управления силовым нагружением.

Гидравлика, при всех своих достоинствах (гидравлические цилиндры дешевле, чем электромеханические, гидроцилиндры компактнее электроцилиндров), требует для эксплуатации целого комплекса дополнительного оборудования (масляные баки и насосы, системы фильтрации масла, радиаторы для охлаждения, распределители и шланги для подачи и возврата рабочей жидкости, дроссели, клапаны, датчики, фитинги, втулки и уплотнения, поддоны), в то время как для работы электроцилиндров необходимы только силовой и сигнальный кабели и блок управления [3, 4].

Если говорить о самом рабочем теле, гидравлической жидкости, то тут существуют и проблемы экологического характера: токсичность, загрязнение рабочего пространства испытательного бокса, пожароопасность. Утечки жидкости вследствие износа прокладок снижают точность позиционирования, по этой же причине не гарантирована повторяемость, т. е. наличие одного и того же усилия. Электроцилиндры обладают большим сроком службы и практически не требуют технического обслуживания. При работе 8 часов в день замена смазки может производиться раз в три года. Из-за дополнительного оборудования системы на базе гидроцилиндров занимают значительно больше места, чем электромеханические системы.

Электромеханика способна развивать ускорения до 100 м/с^2 в прямом и обратном направлении, что позволяет осуществлять точные высокоскоростные реверсивные движения. Динамические показатели гидравлических систем значительно уступают этим характеристикам.

В случае применения электроцилиндров легче решаются задачи управления усилием и позиционирования. Поскольку работать приходится с электрическим напряжением, а не с жидкостями, значительно упрощается программирование профиля нагрузки. Расходы на обеспечение электроэнергией у гидравлических силовозбудителей также оказываются выше, чем у электромеханических. КПД электроцилиндров более 85%, а потребляемый ток изменяется пропорционально развиваемой нагрузке. Кроме того, при отсутствии изменения нагрузки потребление можно свести до минимума за счет использования электромагнитного тормоза, удерживающего заданное усилие в требуемом положении.

Стоит отметить, что важным пунктом применения данной электромеханической следящей системы является возможность отработки на

программном и аппаратном уровнях аварийных режимов и ситуаций на объекте испытаний и системах стенда, а также обеспечение безопасности персонала. Система предусматривает возможность аварийной разгрузки в автоматическом и ручном режимах в случаях достижения критических показателей, срабатывания ограничительного концевика, отсутствия напряжения на одном из цилиндров и т. д.

Выводы.

1. Программное обеспечение статических и повторно-статических испытаний разрабатывается во взаимосвязи с процессом испытаний. Таким образом, оно позволяет в полной мере использовать преимущества цифровых технологий: быстроедействие, точность, технологичность и пр.

2. В программном обеспечении статических и повторно-статических испытаний использованы разработанные алгоритмы по обучению и резервированию системы управления, настройке алгоритма регулятора, позволяющие значительно повысить качество и точность получения и обработки результатов испытаний.

3. Возможности современных цифровых технологий обеспечивают значительное снижение погрешностей задания усилий в точке, которая является следствием задания точности системой управления испытаниями.

Список использованных источников

1. Егоров, А.А. Архитектура современных комплексов для автоматизации процессов экспериментальной отработки элементов и узлов летательных аппаратов / А.А. Егоров // Мир компьютерной автоматизации. - 1996. - №1.

2. Чекмарев, А.Н., Барвинок В.А., Шалавин В.В. Статистические методы управления качеством / А.Н. Чекмарев, В.А. Барвинок, В.В. Шалавин М.: Машиностроение, 1999. – 320с.

3. Баранов, А.Н. Статические испытания на прочность сверхзвуковых самолетов / А.Н. Баранов - М.: Машиностроение, 1974. – 344с.

4. Барвинок, В.А. Сборочные, монтажные и испытательные процессы в производстве летательных аппаратов / В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков и др.: Учебник. // М.: Машиностроение, 1996. – 575с.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ И ПРОБЛЕМНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ И ОСНОВ ТЕСТОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Пизинцали Л.В., Ермошина Н.Л.

Одесский национальный морской университет, г. Одесса, Украина

Индустриально-педагогический колледж

Оренбургского государственного университета, г. Оренбург

Многолетний опыт преподавания специальных дисциплин показывает, что важнейшим направлением повышения эффективности подготовки студента является интенсификация учебного процесса за счет активизации умственной и практической деятельности студента.

Самый эффективный путь обучения при изучении таких дисциплин, как «Материаловедение», «Технология металлов», «Взаимозаменяемость и технические измерения», «Двигатели летательных аппаратов», «Конструкция самолетов и вертолетов» – конструирование проблемных вопросов и задач, создающих проблемные ситуации, – момент интеллектуального затруднения студента при столкновении с неизвестными знаниями, требующих определенной последовательности, умственных действий учащихся, составляющих эту творческую деятельность.

Хочется остановиться на некоторых, на наш взгляд, важнейших моментах, активизирующих и проблематизирующих любое занятие.

1 Необходимо тщательно отобрать и продумать материал и методы контроля знаний студентов. Учеба - это единственный вид труда, где человек не может сам оценить свою работу. Не получая оценки регулярно, студент стоит перед соблазном учиться нерегулярно. Часть поддается ему, и, если слаб - отстает, перестает понимать преподавателя, утрачивает интерес к занятиям.

Идеал - оценивать работу всех студентов на каждом групповом или практическом занятиях. Нужно проверять не знания в развернутом виде, а какую-то компактную модель. Таковую, чтобы правильность или неправильность её можно было определить с первого взгляда. Благодаря проверке на каждом занятии у студента не бывает такой ситуации, когда отстающий студент сделал, наконец, рывок, выучил, а преподаватель не спросил, и желание заниматься пропало.

Опрос не только помогает контролю знаний студентов, но и носит обучающий характер, т.е. мобилизует знания студентов для нового познания, для более полного и глубокого изучения предмета.

Опрос может быть письменный и устный:

- по индивидуальным карточкам-заданиям, с разбором ответов нескольких студентов тут же на занятии;
- студенты могут задавать друг другу вопросы, предварительно данные преподавателем в виде задания на самоподготовку;
- студенты могут задавать друг другу вопросы по теме занятия,

подобрав их самостоятельно при подготовке;

- интересна и целесообразна взаимная проверка студентами письменных ответов, причем преподаватель должен проверить и поставить отметки за работу и за проверку.

Знания можно контролировать и проведением в начале занятия:

- контрольной работы;
- решением задач;
- комментированием просмотренных видеофильмов.

Одной из активных форм опроса является фронтальная беседа, которая путем постановки проблемного вопроса может перейти к изучению нового материала.

Особо большое оживление, интерес вызывает опрос на ПЭВМ в виде кроссвордов, опрос по контрольным картам (тестам), где нужно не просто ответить, а выбрать правильный ответ по предложенным вариантам.

Хочется остановиться и на опросе в виде игры, когда один и тот же вопрос задан, например, 2 - 3 студентам одновременно. Опрос ведется на время, правильность ответа позволяет определить не только знания, но вырабатывает быстроту реакции, придает занятиям дух соревнования.

Опыт работы на практических и групповых занятиях показывает, что многие методы опроса целесообразно применять и в ходе занятия для:

- активизации работы студентов;
- повторения нового материала;
- повторения изученного ранее материала, связанного с материалом следующего вопросов.

2 Проблемность обучения, требует и более тщательной подготовки анализа учебного материала, подлежащего усвоению, выделений по каждому занятию основных установочных вопросов, т.е. системы понятий или закономерностей, которые являются основными, исходными для последующего усвоения знаний по данной теме.

Следующий этап - анализ конкретного учебного материала с целью отбора для занятия тех или иных видов проблемных ситуаций.

Затем необходимо отобрать технический материал – вопросы, задачи, содержание самостоятельных работ, раздаточный материал, средства наглядности и т.д. Кроме того, разработать приемы его преподнесения (методом беседы, сопоставления и анализа схем, с применением образцов, процессов, графиков, деталей, узлов и т.д.), а также разработать самостоятельные, практические задания и др.

Над проблемными вопросами и задачами, побуждающими студентов к активной познавательной деятельности, преподаватель должен работать очень тщательно т.к. от правильной их постановки и чередования зависит органический переход от известного к неизвестному, появление познавательного интереса.

3 Хочется остановиться и на самостоятельной работе студентов.

Работа с книгой, с компьютером в Интернете становится творческой, интересной, если дано не просто сухое задание на самоподготовку: выучить,

познакомиться, прочитать. Отрабатывая материал, студенты не могут провести самоконтроль. В связи с этим возникла необходимость разработки специальных дидактических материалов:

- заполнить некую таблицу;
- составить схему классификации;
- сравнить механизм течения тех или иных процессов и др.

Интересна работа и тогда, когда требуется познакомиться с историей открытия того или иного металла, сплава, диаграммы железо-углерод; с историей названия, например, нониуса штангенциркуля; приставок единиц системы СИ и др. Обращение к научно-популярной литературе и информации просто необходимо.

Непрерывный процесс развития и появления более сложной и совершенной техники в аэрокосмической и морской отрасли вызывают необходимость использования наиболее совершенных научно-обоснованных методов обучения и при изучении специальных дисциплин.

Оперативно проконтролировать деятельность обучающихся сегодня, можно с помощью компьютера, при наличии специальных контролирующих тестов. Тесты являются современными, широко применяемыми особыми видами задачи, которые позволяют групповым способом определить степень усвоения знаний и приобретения умений студентами выявить внутренние и внешние обратные связи, на основании которых студенты и преподаватель осуществляют функции управления процессом обучения.

Разработка тестов и их алгоритмизация должны соответствовать параметру проверки (знания, умения, навыки) и вида контроля (текущий, модульный {(рубежный), итоговый}). Контрольные мероприятия является необходимым элементом обратной связи в учебном процессе. Текущий контроль при изучении дисциплин, желательно проводить на всех видах учебных занятий.

Основная цель текущего контроля – обеспечение обратной связи между преподавателями и курсантами в процессе обучения, проверка готовности курсантов к выполнению следующих учебных задач, а также обеспечения управления их учебной мотивацией. Информация, полученная во время текущего контроля, используется для корректировки методов и средств обучения, а также для самостоятельной работы курсантов.

Текущий контроль может проводиться в форме устного опроса или письменного экспресс-контроля (листовки) во время проведения учебных занятий, выступлений студентов при обсуждении вопросов на семинарских занятиях, а также в форме компьютерного тестирования.

Формы проведения текущего контроля и критерии оценки уровня знаний определяются соответствующей кафедрой. Результаты текущего контроля (текущая успеваемость) является основной информацией во время проведения зачета или экзамена, и учитываются преподавателем при определении итоговой оценки по данной дисциплине. Наиболее объективно и системно учет текущей успеваемости обеспечивается при использовании системы рейтинговых оценок.

Названные виды контроля, обусловленные психолого-педагогическими и технологическими закономерностями обучения с использованием ПЭВМ и выступают, как элементы целой системы, что обеспечивает эффективную организацию и управление ходом учебного процесса.

Согласно психологическим исследованиям в области измерения темпа усвоения знаний обучающихся (Аванесов В.С. Теоретические основы разработки заданий в тестовой форме. М. 1995), процесс усвоения знаний представляет собой три последовательных этапа, такие, как: усвоение знаний на уровне узнавания, на уровне узнавания и на уровне воспроизведения. Каждый из этих этапов является отдельной фазой обучения и характеризуется определенными требованиями к системе элементов обучения и организации учебного процесса.

Качество усвоения определяется успешностью решения студентами задач в изучаемой сфере деятельности. При этом под задачей понимается осознанная цель, которая может быть достигнута в результате определенной деятельности (действий) в известной ситуации (условиях). Возможны четыре уровня деятельности и, соответственно, четыре типа задач: репродуктивные с подсказкой, репродуктивные без подсказки, эвристические, творческие. В соответствии с этим, можно выделить четыре уровня разработки тестов.

Репродуктивная деятельность с подсказкой выполняется в том случае, когда студенту предъявляются все компоненты задачи – цель, ситуация и ее решение, а от него требуется заключение об их совместимости. Это учебные задачи 1-го уровня.

Для проверки качества усвоения учебного материала на 1-м уровне используются тесты, требующие выполнения деятельности по узнавания. К ним относятся тестовые задания на опознание, различение или классификацию объектов, явлений или понятий.

Тесты на опознание требуют от студента указать – относится данный объект или явление к данному виду. Организация таких тестов предполагает выбор из альтернативы "да - нет". Вся информация для принятия решения содержится в самом тесте, и задача студента заключается в том, чтобы отождествить предлагаемые в тесте решение с известным, сделать вывод об их совместимости. Никаких правил или методик для нахождения ответа применять не требуется – она предполагается непосредственно в тесте.

Сложнее тесты на различение. Это "избирательные", "выборочные" тесты (тестовые задания закрытой формы с множественным выбором, в ответах на которые предусмотрено применение принципов кумуляции, классификации, двойной альтернативы). Для решения поставленной задачи студенту достаточно выбрать одно или несколько решений из списка возможных решений. При этом, список возможных решений обязательно содержится в самом тесте. Просматривая список, студент выбирает из него те позиции, которые, по его мнению, отвечают на поставленный вопрос - четкий тест. При этом, правильный ответ может полностью содержаться в предлагаемом перечне.

Тесты на различение отличаются от тестов на опознавание тем, что выполнение действия осуществляется в условиях, когда "помехи", создаваемые вариантами ответов, затрудняют выбор правильного решения и контрастируют с ним.

К тестам первого уровня относятся также тесты на классификацию, когда требуется включить предложенные объекты, понятия, явления к определенному классу.

Первый уровень допускает решение задачи с подсказкой хода и процесса решения всего алгоритма или его отдельных операций. Студент на этом уровне показывает осведомленность в учебном материале. Тесты 1-го уровня для контроля усвоения на уровне "репродукции" позволяют: воспроизводить информацию, обсуждать информацию, решать типовые задачи с помощью или подсказкой.

При организации тестов этого уровня можно использовать также подстановку «пропущенных» слов, фраз, формул, графических объектов. При этом возможно словесное, графическое, кнопочное введение ответа.

Если студенту сообщаются цель деятельности и условия, при которых она должна быть достигнута, то это репродуктивная задача без подсказки.

Второй уровень усвоения предполагает умение решать типичные (адаптированные) задачи на основе буквального воспроизведения по памяти алгоритма решения и его использования в конкретных условиях. Для ответа на поставленный вопрос студенту необходимо вспомнить и применить необходимые действия для достижения цели.

Простейшими тестами этого вида являются тесты-подстановки, в которых намеренно пропущены слово, фраза, формула или другой какой-либо существенный элемент текста.

Другой разновидностью формирования тестов второго уровня есть конструктивные тесты. В них, в отличие от теста-подстановки, не содержится никакой помощи студенту, даже в виде каких-либо намеков.

В качестве тестов 2-го уровня используются типовые задачи, которые рассчитаны на применение известных правил, алгоритмов, формул, графиков и т.п. В этом случае оценивается умение использовать знания. Если тестовая программа допускает использование элементов обучения, то желательно оценивать не только априорную информацию, но и умение анализировать предлагаемый материал. Здесь возможно использование нечетких тестов при постановке вопросов более низкого уровня.

При выполнении тестов 2-го уровня демонстрируется только знания способов деятельности рассмотренных в процессе обучения ситуаций. Студент, воспроизводя сообщенные ему правила, действует на типовых примерах, никакой новой, даже для себя, информации не получает.

При использовании тестов первого и второго уровней ответы студентов сравниваются с заранее сформулированным эталоном. Использование компьютерных тестов позволяет оперативно оценить степень усвоения знаний студентами. При анализе статистических данных по результатам тестирования

можно выделить очень простые и очень сложные вопросы, оптимизировать тестовое задание по уровню сложности.

Когда задана цель, но не полностью определены условия, возникает нетипичная, эвристическая задача (3-й уровень). Третий уровень усвоения предполагает, что студент, подготовленный к решению типовых задач, осложненных недостаточностью или избыточностью условий, необходимых для их решения. Готового алгоритма для их решения нет. Несмотря на то, что задачи 3-го уровня решаются с помощью ранее усвоенного опыта, здесь нужны и его известная трансформация и приспособление к новым, нетипичным условиям деятельности. Для диагностики овладения студентами знаниями на 3-м уровне необходимо разрабатывать специальные задания, содержащие продуктивную деятельность. Условия задачи формулируются приближенными к реальным. При этом, усвоенные в учебной обстановке способы решения типичной задачи 2-го уровня переносятся на целый класс подобных задач, но используются в несколько преобразованном виде.

Решение задачи 3-го уровня состоит, по сути, в приведении ее к типовой задаче: путем "очищения" от зашумляющих обстоятельств и нахождения скрытых в них дополнительных условий. Отличие между тестами 3-го и 2-го уровней заключается в том, что в первом случае в ходе выполнения теста студент не только оперирует ранее усвоенной информацией о способах деятельности, но и получает при этом новый результат, ранее ему неизвестно. Студент использует известный ему способ деятельности в новой обстановке, превращает его в соответствии с ситуацией, осуществляя известный поиск метода решения, а не только результата.

Тесты 3-го уровня являются более сложными для программной обработки. Они рассчитаны на продуктивную деятельность студентов и соответствуют уровню знания - умения студентов. Здесь используются нетиповые задачи на использование знаний в практической деятельности, осуществляется поиск правильного решения, который исключается в типовых задачах, поскольку условия в типовой задаче формулируются близкими к тем, которые имели место в учебной обстановке. Уровень сложности значительно возрастает, что требует от составителя теста не только умение структурировать учебный материал, но и создавать проблемные ситуации, которые имели или могли бы иметь место в реальной обстановке при соответствующих обстоятельствах.

Тестами 4-го уровня определяют умение студентов ориентироваться и принимать решения в новых, проблемных ситуациях. Они рассчитаны на творческую деятельность студентов, получения новой информации, генерацию идей, способность действовать в нештатной ситуации с достижением максимально возможного положительного эффекта. Базой создания подобных тестов являются интеллектуальные системы, реализация которых на сегодняшний день в учебном процессе невозможна, как в рамках техники, которую мы имеем, так и в плане программного обеспечения.

Использование компьютерной техники позволяет достаточно быстро организовать тестирование студентов на уровне репродуктивной деятельности,

поскольку сама организация тестов первого и второго уровней предполагает наличие эталонных ответов.

Система тестового контроля позволяет:

- проводить быстрое одновременное тестирование неограниченного количества обучающихся, с обязательной оценкой в баллах;
- централизованно загружать тестовое задание с рабочего места преподавателя и в режиме реального времени контролировать ход тестирования;
- сохранять результаты тестирования в удобной для дальнейшего анализа форме;
- оформлять преподавателем тестовые задания в виде простого тестового файла;
- осуществлять тестирование независимо от масштабов компьютерной сети (будь то локальная компьютерная сеть класса или Интернет).

Для разработки тестового задания, в отличие от традиционных «карточек» опрос, нужен обычный тестовый редактор, а также возможно использование графического, формульного материала, видеофрагментов, анимационного материала. При составлении теста необходимо соблюдать несложные правила, чтобы система могла автоматически распознавать расположение вопросы и вариантов ответа. Наличие программной оболочки позволяет преподавателю создавать тестовые задания, имея лишь общие знания по использованию компьютера, уделить больше времени содержательной части теста, не вдаваясь в технические подробности его реализации на ПЭВМ.

Система тестирования может работать на основе, существующей в ВУЗе компьютерной сети. Перед началом тестирования преподаватель на своем рабочем месте выбирает тест и предоставляет команду на начало тестирования. После этого начинается тестирование. Время на тестирование ограничено и зависит от количества вопросов в тесте. После тестирования студент получает оценку по принятой системе оценки знаний, а также просматривает список вопросов, на которые не были даны (если студент не успел за отведенное время ответить на все вопросы) или предоставлены неправильные ответы. Список тех, кто тестировался, и оценки заносятся в базу данных и отображаются на рабочем месте преподавателя. После окончания тестирования преподаватель имеет возможность сохранить результаты тестирования в тестовом файле.

Все эти возможности позволяют наилучшим образом достичь главной цели обучения - приобретение знаний студентами и их оценка. При этом преподаватель не тратит время на проверку. Анализируя информацию базы данных можно сделать выводы о качестве теста и его соответствии поставленным целям обучения. За преподавателем остается право обосновать ответ, по результатам которой выясняется уровень усвоения материала и выставляется оценка.

Выводы:

Постоянная проверка и оценка знаний, умений и навыков – традиционные методы контроля, тестирование - является неотъемлемым элементом модульно-рейтинговой системы и средство активизации познавательной деятельности студентов.

Наличие достаточной базы тестовых программ по дисциплинам, которые изучаются, позволит использовать, кроме того и элементы дистанционного обучения.

Список литературы

1. Основы применения тестовых компьютерных программ при преподавании учебной дисциплины «Конструкционные материалы»: сб. науч. тр. Одесского ордена Ленина института Сухопутных войск / В.В. Пизинцали, Л.В. Пизинцали, С.В. Кухаренко, Е.В. Рогачева; Одесск. инст. сух. войск. – Одесса: ООЛИСВ, 2006. – №12. – 162 с. – ISBN 966-7427-21.

2. Педагогические основы использования тестовых компьютерных программ: сб. науч. тр. Севастопольского военно-морского института / С.А. Федорова, М.М. Габидулин, Д.И. Ремезов; Сев. военн.-морск инст. – Севастополь: СВМИ, 2003. – №2. – С. 180-185.

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

Поляков А.Н., Романенко К.С., Никитина И.П.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

При разработке высокотехнологичных изделий машиностроения обязательным этапом является разработка прототипа или виртуальной модели. Зачастую оказывается недостаточным наличие только виртуальной модели. Среди важнейших задач, которые решаются с помощью прототипов – это оптимизация геометрической формы изделия, осуществляемая по результатам натурных экспериментов; собираемость многокомпонентного узла; оценка внешнего вида изделия. По оценкам экспертов использование технологий быстрого прототипирования позволяет до 80% сократить сроки подготовки производства, исключить малоэффективный путь изготовления опытных образцов.

Исторически, различные технологии, позволяющие быстро с наименьшими затратами создавать прототип, стали называть технологиями быстрого прототипирования (RP - rapid prototyping). В настоящее время определяющую роль при создании прототипов стали играть аддитивные технологии. Поэтому технологии быстрого прототипирования и аддитивные технологии можно считать терминами аналогами. Более того RP-технологии стали активно использовать и для создания полнофункциональных изделий, а также в литейном производстве. Построение прототипа осуществляется на основе компьютерной твердотельной модели или модели с замкнутыми поверхностными контурами.

В 2012 году кафедрой технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Оренбургского государственного университета была приобретена RP-установка, реализующая FDM-технологию послойного построения изделия [1]. В качестве основного материала в установке используется ABS-пластик, позволяющий создавать полнофункциональные изделия. Именно этот фактор, наряду с финансовым, был определяющим при выборе в 2012 году типа RP-установки.

Любая из RP-установок, независимо от реализованных в ней технологий послойного построения изделия, характеризуется предельной величиной толщины этого слоя. Величина этого параметра коррелирует с величиной зазора, устанавливаемого в виртуальной модели изделия при проектировании подвижных стыков. Поэтому при создании виртуальной модели изделия, используемой для 3D-печати, учитывается величина зазора, реализуемая конкретной RP-установкой. Так, например, для кафедральной установки Dimension Elite допускается два варианта толщины печатаемого слоя: 0,178 и 0,254 мм. В первом случае достигается большая точность изготовления прототипа, а во втором - чуть большая производительность. При этом, как и для любых других технологий, наибольшая точность достигается в горизонтальной плоскости XY, наименьшая – по оси Z. Измерения на кафедральной

координатно-измерительной машине Wenzel Xorbit 55, изготовленных на RP-установке прототипов, фиксировали в отдельных случаях геометрическую погрешность диаметральных размеров в пределах 10 мкм.

В настоящее время кафедра осуществляет подготовку дипломированных специалистов, бакалавров и магистров по трем направлениям подготовки и двум профилям: 151900.62 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 151900.68 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000.62 Мехатроника и Робототехника.

Технологии быстрого прототипирования реализуются в рамках следующих дисциплин [2]: «Расчет и конструирование станков», «Основы технологий быстрого прототипирования», «Основы автоматизированного проектирования средств технологического оснащения», «Расчет и моделирование оборудования с компьютерным управлением», в дипломном проектировании дипломированных специалистов и при защите выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров, а также при прохождении студентами летней учебной практики.

Центральным положением технологий быстрого прототипирования является создание виртуальной модели в любой CAD-системе. Важнейшим фактором при выборе CAD-системы для создания прототипа по виртуальной модели является качество отрисовки 3D-модели. Был проведен сравнительный анализ двух CAD-систем: КОМПАС 3D и SolidWorks. Результаты измерения на координатно-измерительной машине Wenzel Xorbit 55, напечатанных на RP-установке цилиндров-прототипов, показали, что прототипы, полученные по виртуальным моделям, выполненных в КОМПАС 3D, имеют дополнительные геометрические погрешности. Поэтому при повышенных требованиях к геометрической точности изготовления прототипов рекомендуется при построении виртуальной модели изделия использовать SolidWorks.

На рисунке 1 приведена базовая версия учебной модели несущей системы станка. Характерной особенностью модели для последующей печати на RP-установке является отсутствие замкнутых полостей. Так верхние стенки стойки и шпиндельной бабки модели станка снабжены сквозными пазами. Их наличие обеспечивает доступ специальному раствору к внутренним полостям модели для удаления материала поддержки.

На рисунке 2 представлена итоговая 3D-модель редуктора в виде модели-сборки, собранной из более чем 50 компонентов.

Модель-сборка включает следующие компоненты: корпус и крышка редуктора, валы, шестерни и колеса, шкив ременной передачи, сапун, шпонки, подшипники, крышки подшипников, пробка сливная, измеритель уровня масла, крышка измерителя уровня масла, винты, болты, гайки, прокладки, шайбы и кольца. Оригинальными являются детали: корпус и крышка редуктора, шкив ременной передачи, косозубые зубчатые колеса, сапун, крышки подшипников, прокладки, измеритель масла и соответствующая крышка и прокладки. Модели валов и зубчатых колес строятся с использованием стандартных библиотек КОМПАС - SHAFT 2D или КОМПАС – SHAFT 3D. Для построения моделей

болтов, гаек, шайб и подшипников используется трехмерная библиотека «Стандартные изделия».

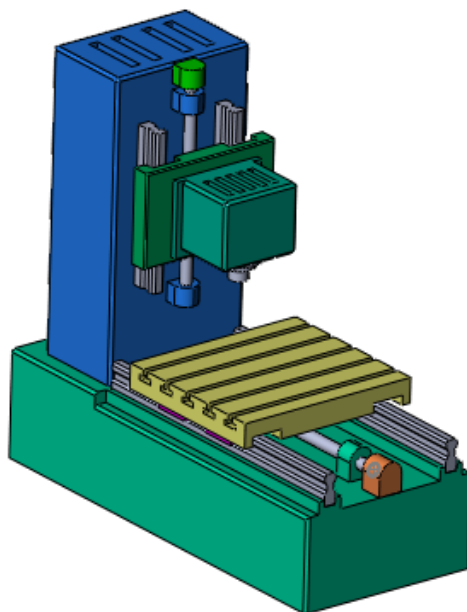


Рисунок 1 – Модель несущей системы станка

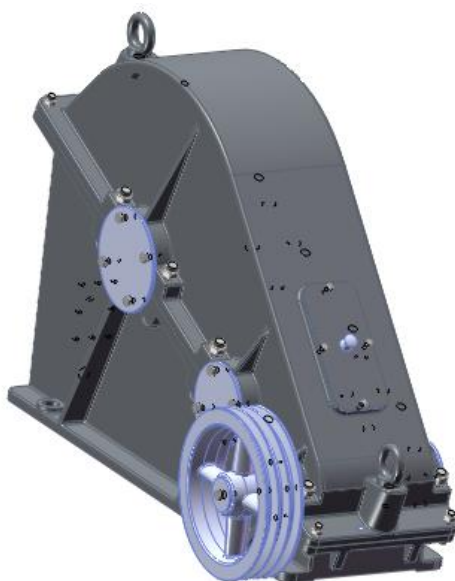


Рисунок 2 – Модель цилиндрического двухступенчатого редуктора

Модели оригинальных деталей строятся с использованием универсальных средств системы КОМПАС 3D. Особенностью построения моделей валов и зубчатых колес для последующего создания в RP-установке является создание внутренних полостей для снижения себестоимости печати.

Наиболее сложными в техническом отношении являются модели корпуса редуктора и крышки редуктора. Поэтому для их создания предусмотрено

использование специально разработанных методических указаний, в которых представлено подробное описание построения модели корпуса редуктора – модель крышки строится по полной аналогии.

Особенностью реализации технологий быстрого прототипирования в учебном процессе при подготовке дипломированных специалистов, бакалавров и магистров по трем смежным направлениям подготовки можно отметить следующее:

- обучающиеся приобретают повышенный объем навыков трехмерного проектирования сложных реальных изделий;
- проектирование изделий осуществляется с учетом реализации подвижных стыков в соединениях;
- обучающийся может получить конечный продукт своего инженерного творчества.

Вместе с этим следует отметить общие негативные моменты, сопутствующие внедрению технологий быстрого прототипирования:

- технологии быстрого прототипирования основаны на дорогостоящих расходных материалах, приобретение которых в условиях государственных вузов сильно затруднено;
- эксплуатация RP-установок требует использования труда высококвалифицированного обслуживающего персонала.

Эти два негативных фактора в сочетании с особыми процедурами финансирования материально-технической базы государственных вузов создают серьезные риски в продвижении технологий быстрого прототипирования не только в Оренбургском государственном университете, но, по опыту и других крупных вузов, по всему государственному сектору. Поэтому на наш взгляд существуют только один путь решения данной проблемы – это разработка государственной программы развития технологий быстрого прототипирования в России. А с учетом уже полученного опыта применения технологий быстрого прототипирования на других RP-установках эффективность реализации такой программы будет существенно выше.

Список литературы

1 Сердюк А. И., Поляков А. Н., Радыгин А. Б. *Аэрокосмический институт ОГУ как учебно-научный центр // Высшее образование в России. 2014. №7. С.115-122.*

2 Поляков А.Н., Романенко К. С. *Применение установки быстрого прототипирования при подготовке специалистов машиностроительных производств / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). 2013. С. 202-205*

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ ВЕРТОЛЕТА

Проскурин В. Д.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В состав трансмиссии вертолетов входят агрегаты и узлы, передающие мощность от двигательной установки к несущим и рулевым винтам, а также к другим потребителям, включая устройства, обслуживающие элементы самой трансмиссии.

К ним относятся:

- главный и промежуточный редукторы;
- редуктор рулевого винта;
- валы-рессоры с муфтами, соединяющие двигатели с главным редуктором;
- трансмиссионный вал, передающий вращение на рулевой винт;
- привод вентилятора системы охлаждения;
- привод насоса гидросистемы.

Агрегаты и узлы трансмиссии вертолета работают в сложных условиях под действием высоких передаваемых механических нагрузок, вибраций и колебаний от несущего и рулевого винтов, инерционных перегрузок, возникающих при маневрировании в полете. Основной проблемой проектирования агрегатов является разработка конструкции, имеющей заданные технические, ресурсные и эксплуатационные характеристики при минимальной массе. Поиск оптимального конструктивного решения предполагает разработку и сравнение конкурирующих вариантов, а также постепенное уточнение параметров деталей методом последовательных приближений в ходе выполнения проектировочных и проверочных расчетов. Увеличить разнообразие и количество сравниваемых вариантов при существенном снижении трудоемкости расчетных работ позволяет применение систем автоматизированного проектирования. Ниже представлены особенности проектирования некоторых агрегатов трансмиссии вертолета с выполнением инженерных расчетов в системе APM WinMachine.

Модуль APM Drive предназначен для расчета приводов вращательного движения различной структуры. При этом в схеме привода предполагается наличие одного входного и одного выходного вала. Расчет промежуточного редуктора и редуктора рулевого винта в модуле APM Drive не вызывает трудностей, так как они представляют собой одноступенчатую зубчатую передачу.

Главный редуктор вертолета, предназначенный для передачи значительной мощности от двигателей на несущий винт, имеет сложную кинематическую схему с планетарными зубчатыми передачами и характеризуется высоким значением передаточного числа (от 20 до 80 для разных вертолетов). Большинство редукторов имеют два входных вала и многопоточную схему, в которой передаваемая мощность распределяется

между параллельно работающими парами зубчатых колес. В модуле APM Drive возможно моделирование однопоточных приводов, в связи с чем расчет многопоточного редуктора необходимо выполнять по частям, разбивая сложную кинематическую структуру на несколько простых с соответствующим делением передаваемой мощности (рисунок 1). Аналогичное разбиение необходимо при расчете редуктора вертолета соосной схемы, имеющего два выходных вала. В результате расчета находятся передаточные отношения отдельных пар зубчатых колес, частоты вращения валов механизма и крутящие моменты, а также геометрические параметры зубьев.

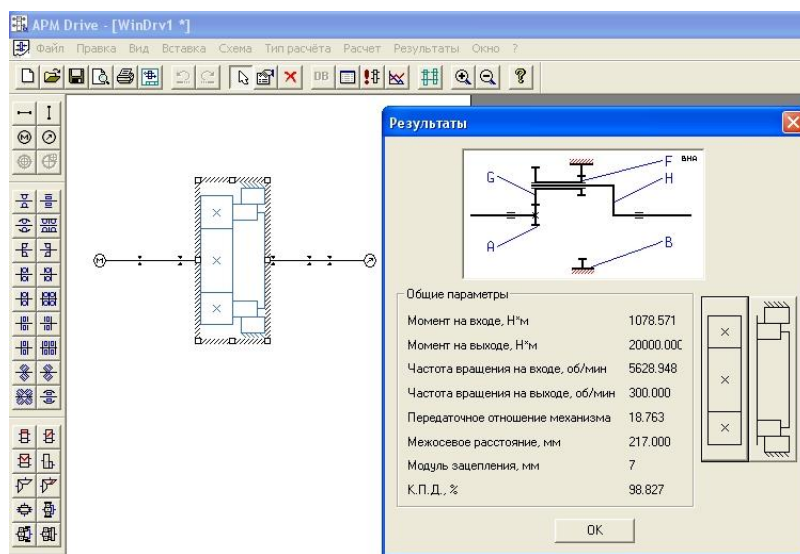


Рисунок 1 – Пример вывода результатов расчета планетарного редуктора

Для уточненного расчета отдельных передач используется модуль APM Trans. При вводе исходных данных в нем задаются тип передачи, форма зубьев, конструкционные материалы зубчатых колес и их прочностные характеристики, вид термической или химико-термической обработки зубьев. Это позволяет выполнить сравнительный анализ различных вариантов конструктивного исполнения зубчатых передач и выбрать наиболее приемлемое решение. В результате расчета определяются геометрические параметры зубчатых колес, значения возникающих сил и моментов, реакции подшипниковых опор валов, выполняется автоматическое формирование рабочих чертежей деталей передачи. Пример расчета редуктора рулевого винта представлен на рисунке 2.

Ответственным элементом трансмиссии является хвостовой вал, предназначенный для передачи крутящего момента от главного редуктора через промежуточный редуктор к рулевому винту. Хвостовой вал состоит из частей, соединенных шарнирами, компенсирующими деформации хвостовой балки. Автоматизация проектировочных расчетов с использованием модуля APM WinShaft позволяет выполнить поиск оптимального конструктивного решения путем перебора ряда вариантов. В качестве исходных данных задаются геометрические параметры проектируемого вала, указываются расположение,

тип и характеристики подшипниковых опор, назначаются действующие сосредоточенные и распределенные нагрузки, в том числе весовые и инерционные, а также частота вращения и режим работы. В результате общего расчета вала определяются возникающие реакции в опорах, эквивалентные напряжения, коэффициент запаса по усталостной прочности, угловые и изгибные деформации и перемещения. В результате расчета динамических характеристик определяются частоты и формы собственных колебаний вала на ряде гармоник. Это позволяет обеспечить безрезонансный режим работы конструкции на докритических или закритических частотах вращения вала. Пример вывода результатов расчет собственных колебаний хвостового вала представлен на рисунке 3.

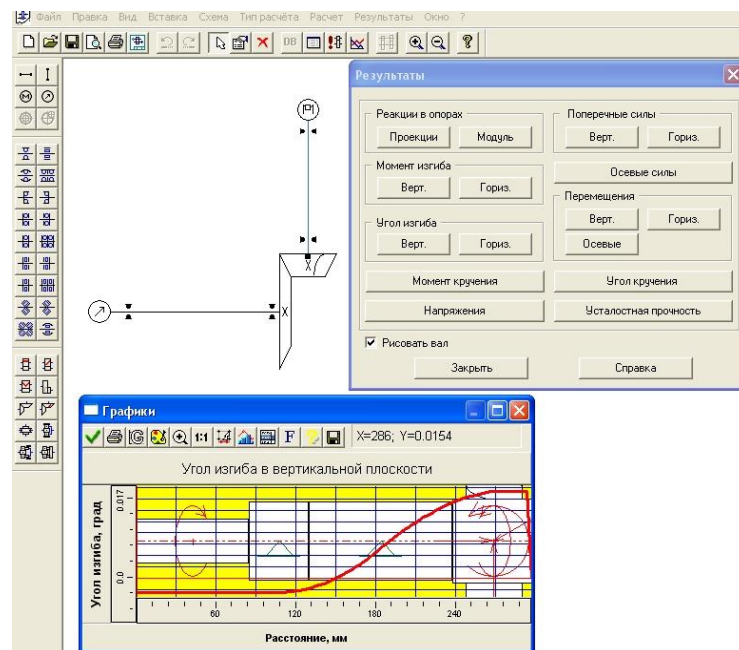


Рисунок 2 – Расчет редуктора рулевого винта

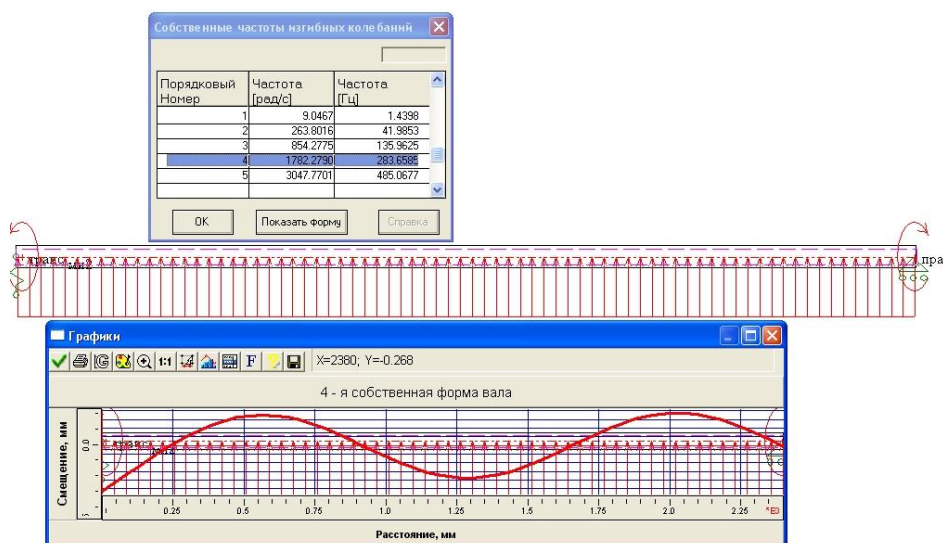


Рисунок 3 Результаты расчета динамических характеристик хвостового вала

Проектирование вертолетов с использованием АРМ WinMachine в рамках курсовой работы и дипломного проектирования позволяет студентам приобрести навыки выполнения проектировочных и проверочных расчетов, проанализировать влияние исходных данных и параметров деталей на работоспособность агрегатов, наметить направления оптимизации конструкций. Практическая работа с системой является стимулирующим фактором для углубленного изучения базовых дисциплин конструкторского направления и оказывает положительное влияние на качество подготовки выпускников к профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Далин, В. Н., Конструирование агрегатов вертолета : учебник / В. Н. Далин, С. В. Михеев. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 351 с. – ISBN 5-7035-2330-3.
2. Шелофаст, В. В. Новые возможности системы АРМ WinMachine [Электронный ресурс] / В. В. Шелофаст, Т. Б. Чугунова // САПР и графика. – 2006. – № 2. – Режим доступа:
<http://www.sapr.ru/article.aspx?id=15596&iid=704>.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОЧИХ КОЛЕС ТУРБИН ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ (ГИДРОАГРЕГАТОВ) ЖРД, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ

Самикаев Р.И., Осипов Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Турбонасосный агрегат (ТНА) и турбонасосный гидроагрегат (ТНГА) являются одними из основных элементов жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). ТНА осуществляет подачу компонентов топлива в камеру сгорания. ТНГА обеспечивает гидросистему высоким давлением рабочей жидкости. Жёсткие условия работы и конструктивная сложность деталей ТНА, ТНГА предъявляют высокие требования к качеству их изготовления.

Высоконагруженные рабочие колёса турбин эксплуатируются при достаточно высоких температурах, поэтому изготавливаются из жаропрочных материалов с низким коэффициентом обрабатываемости резанием.

Обработку лопаток таких рабочих колес турбин трудоемко производить традиционными способами, из-за труднодоступности обрабатываемых поверхностей. По этой причине широкое распространение получил метод электроэрозионной обработки (ЭЭО) [1].

ЭЭО заключается в изменении формы, размеров, шероховатости и свойств поверхности заготовки под воздействием электрических разрядов в результате электрической эрозии. На рисунке 1 представлены станки для ЭЭО.



Рисунок 1 – Проволочно-вырезной и прошивочный станки ЭЭО с ЧПУ

Под воздействием высоких температур в зоне разряда происходит нагрев, расплавление и частичное испарение металла. Для получения высоких температур в зоне разряда необходима большая концентрация энергии. Для достижения этих целей используется генератор импульсов. Процесс ЭЭО (рисунок 2) происходит в рабочей жидкости, которая заполняет пространство между электродами; при этом один из электродов – заготовка, а другой – электрод-инструмент [2].

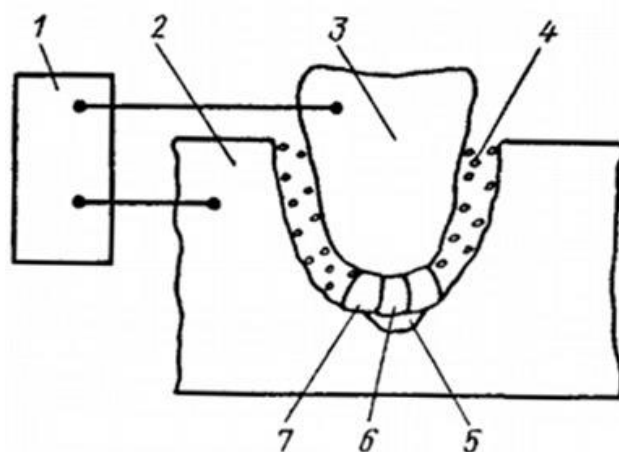


Рисунок 2 – Схема ЭЗО:

1 – генератор импульсов; 2 – заготовка; 3 – электрод-инструмент;
4 – капли расплавленного металла; 5 – точка разряда; 6 – канал разряда;
7 – продукты распада

Главным недостатком ЭЗО является появление дефектного слоя глубиной 10-30 мкм. Дефектный слой образуется в результате высокотемпературного воздействия и представляет материал с изменённой структурой, наличием трещин и остаточных напряжений [1].

Данный недостаток можно устранить с помощью ручной доводки, но это очень трудоемкий процесс, поэтому рассмотрим относительно новый способ финишной обработки сложных деталей – экструзионное хонингование.

Процесс экструзионного хонингования заключается в снятии слоя материала с поверхности обрабатываемой детали при перепрессовывании под давлением через нее рабочей среды, состоящей из упругого основания, наполненного твердыми абразивными зёрнами. При этом формируется направленный поток, на поверхности которого расположены абразивные зёрна. Поток обеспечивает взаимодействие микровыступов активных зёрен с неровностями поверхности обрабатываемой детали (рисунок 3) [3].

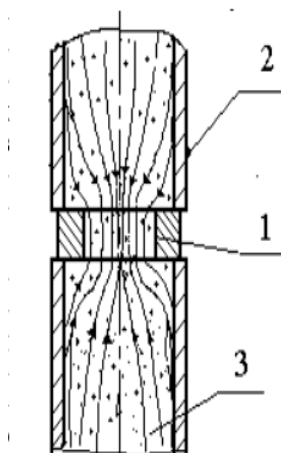


Рисунок 3 – Схема процесса экструзионного хонингования:

1 – обрабатываемая деталь; 2 – цилиндр подачи рабочей среды;
3 – рабочая среда

В настоящее время в нашей стране экструзионное хонингование применяется в производстве металлургической оснастки для финишной обработки формирующих отверстий пресс-матриц, форм, фильер и штампов. Для практической реализации данного метода применительно к рабочим колесам турбин ТНА, ТНГА необходимы установки для перепрессования рабочей среды определенного состава и ряд дополнительных устройств и приспособлений для закрепления деталей при обработке и формирования потока среды через деталь. Также, важной составляющей технологического процесса экструзионного хонингования является изготовление полимерной основы рабочей среды и ее равномерное наполнение абразивным зерном, а также очистка и промывка обработанной детали [3].

Кроме экструзионного хонингования удаление дефектного слоя на поверхностях рабочих колес турбин агрегатов представляется возможными следующими способами:

- электрохимической доводкой (способ финишной обработки электропроводящих материалов вследствие анодного растворения металла в электролите под действием электрического тока);
- струйно-абразивной обработкой (сущность данного способа заключается в воздействии высокоскоростной струи абразивно-жидкостной смеси на поверхность обрабатываемой заготовки);
- ультразвуковой алмазной обработкой (направленное разрушение материалов при помощи мельчайших зерен абразивного порошка, вводимых в виде суспензий в зазор между торцом инструмента и заготовкой, колеблющихся с ультразвуковой частотой).

Таким образом, экструзионное хонингование и другие перечисленные прогрессивные методы удаления дефектного слоя после ЭЭО могли бы стать надежными способами финишной обработки рабочих колес турбин ТНА, ТНГА, заменив все еще достаточно часто встречающуюся трудоёмкую ручную доводку. Это обеспечит высокое качество поверхностей деталей получаемых вышеописанными методами, увеличив надежность и эффективность ТНА, ТНГА и изделий ракетно-космической техники в целом.

Список литературы

1. Мозгов, С. А. Улучшение качества поверхностей лопаток моноколес турбонасосных агрегатов жидкостных ракетных двигателей/ С. А. Мозгов, Д. В. Панов, Б. П. Саушкин // Вестн. Самарского гос. аэрокосмического ун-та. — 2013. — №4(42).
2. Немилов, Е. Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов/ Е.Ф. Немилов. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.— 164 с.—ISBN 5-217-00427-4.
3. Левко, В. А. Абразивно-экструзионная обработка. Современный уровень, проблемы и направления развития/ В.А. Левко// Известия Томского политехн. ун-та. — 2006. — Т.309 №6. — С.125-129.

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЗЛЕТНО- ПОСАДОЧНЫХ ВЕРТОЛЕТНЫХ ПЛОЩАДОК

Сафиканов Р.Д., Пояркова Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В связи с активизацией в последнее время современного строительства многофункциональных высотных зданий, сооружения морских стационарных нефтяных платформ актуальным стало рассмотрение вопроса возведения и расположения на этих объектах взлетно-посадочных вертолетных площадок.

Использование вертолетов как альтернативного вида транспорта в мегаполисах, республиканских и областных центрах становится все более востребованным ввиду практически ежедневного увеличения трафика автомобильного потока в этих городах. Наличие вертолетной площадки для летательной техники на кровле современного офисного или медицинского центров является как бы его сопутствующим обязательным атрибутом (см. рис.1). Размещение вертолетных площадок на крышах высотных домов уменьшает уровень шума от вертолетов на улицах города, и улучшает условия безопасности полетов, особенно при подходе к площадке, взлете или посадке. Целесообразность расположения вертолетных площадок на городских крышах заключается еще и в их использования службами экстренной помощи, таких как МЧС, пожарных, скорой медицинской помощи. При этом активными пользователями таких площадок, как правило, являются чиновники, бизнесмены и службы СМИ.

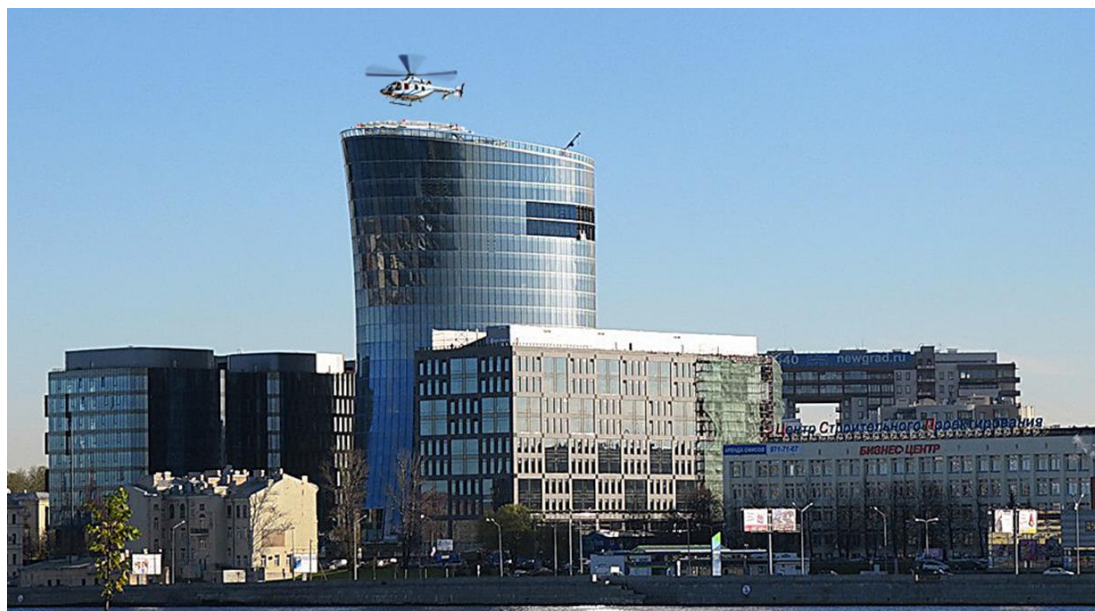


Рисунок 1 – Вертолетная площадка на кровле высотного здания

На современных морских стационарных платформах также располагаются взлетно-посадочные вертолетные площадки (см. рис. 2). При строительстве

стационарных платформ в качестве стояков успешно применяют сталебетонные (классический вариант названия «железобетонные») конструкции, представляющие собой комплексные элементы, состоящие из бетона, прокатных стальных профилей и стержневой арматуры, объединенных в некую гетерогенную систему для обеспечения совместной рациональной работы.



Рисунок 2 – Морская стационарная платформа с вертолетной площадкой

Типы подобных железобетонных конструкций, применяемых в строительстве, весьма разнообразны, однако особенный интерес вызывает его разновидность, представляющая собой трубобетонную конструкцию, состоящую из стальной трубы, заполненной бетоном. Эти конструкции обладают явным преимуществом среди аналогов железобетона, ввиду нахождения бетонного ядра в объемном напряженном стане, благодаря чему значительно возрастает несущая способность конструкции, а стенки трубы таким способом защищены от коррозионных поражений.

И в случаях возведения многофункциональных высотных зданий, и в случаях сооружения морских стационарных нефтяных платформ, имеющих взлетно-посадочные вертолетные площадки, современные прогрессивные строительные технологии диктуют использование в виде опорных элементов таких конструкций трубобетонные колонны. Быстрота и минимизация усилий для строительства делают их одними из наиболее целесообразных применяемых конструкций.

Как правило, при возведении высотных зданий с располагающимися на их крышах площадок для посадки вертолетов, с целью уменьшения затрат на их возведение, сокращения сроков строительства при обязательном сохранении (или повышении) несущей способности и прочностной надежности таких конструкций, используют трубобетонные элементы (см. рис. 3). Их использование позволяет увеличить сейсмостойкость зданий и сооружений в несколько раз. Поэтому анализ существующих методов повышения несущей способности таких конструкций и проблемы модернизации известных способов, представляет в настоящее время достаточно актуальную задачу.



Рисунок 3 – Возведение вертолетной площадки с использованием трубобетонных конструкций

Традиционно трубобетонная колонна (см. рис. 4) представляют собой металлическую оболочку цилиндрической формы, внутри которой находится бетонное ядро.

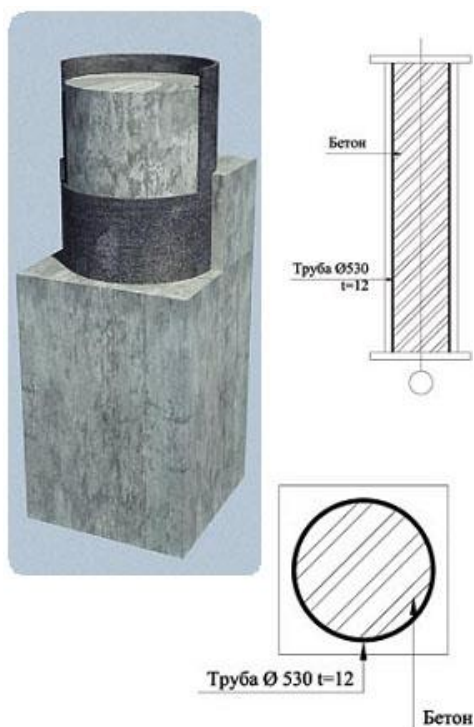


Рисунок 4 – Схема трубобетонной колонны

В результате применения подобного типа трубобетонных конструкций стоимость строительства снижается на четверть, а экономия металлических материалов составляет более половины себестоимости всей конструкции.

Основными материалом при изготовлении трубобетонных конструкции является стальная труба и бетон, маркировка которых подбирается из регламентирующих таблиц в соответствии с нормативными документами.

Стальной каркас в форме трубы играет роль сжимающего элемента, компенсирующего напряжения, вызванные изгибом конструкции или растягивающими усилиями от внешней нагрузки, создаваемой собственным весом плит перекрытий, различных антикоррозионных покрытий, а также динамическими и вибрационными воздействиями.

Согласно [5], внутренний диаметр трубы трубобетонной колонны подбирается по формуле:

$$d_i = \sqrt{\frac{1,273 \cdot N}{[\gamma_{pb2} \cdot \gamma_{bs} \varphi (R_b^* + \gamma_{s2} \mu_{s2} R_s)]}},$$

где γ_{pb2} – коэффициент длительного сопротивления;

γ_{bs} – коэффициент условия работы;

φ – коэффициент продольного изгиба;

R_b^* – расчетное сопротивление бетона в труботетоне;

γ_{s2} – коэффициент условия работы стали трубы;

μ_{s2} – коэффициент армирования;

R_s – расчетное сопротивление стали трубы;

N – продольное усилие в элементе.

Толщина стенки трубы устанавливается согласно расчетам по формуле:

$$t = 0,5d_i \left(\sqrt{1 + \mu_{pb}} - 1 \right),$$

где d_i – внутренний диаметр трубы;

μ_{pb} – коэффициент армирования.

Расчет металлической обоймы с бетонным ядром и армирующими элементами производится по различным методикам. Одной из распространенных норм является Eurocode 4 [1]. Запас несущей способности с учетом изгиба трубы и совместной нагрузки на сжатие-изгиб рассчитывается по формуле:

$$N_{EC4} = \eta_a A_a f_{yd} + A_c f_{cd} \left(1 + \eta_c \frac{t}{d} \frac{f_y}{f_c} \right),$$

где A_c и A_a – площади бетона и арматуры соответственно в поперечном сечении колонны;

f_{cd}, f_{yd} – расчетные значения прочности бетона на сжатие и предел текучести стали;

f_c, f_y – нормативные значения прочности бетона на сжатие и предела текучести стали;

η_a, η_c – постоянные коэффициенты, зависящие от гибкости колонны.

Однако, результаты расчетов по этой формуле дают несколько недостоверную оценку несущей способности конструкции [2]. Погрешность результатов расчетов составляет порядка 15 %.

На сегодняшний день известны различные методики расчета элементов труботетонных колонн [3]. Для стран СНГ расчет производится по формуле:

$$N \leq N_{per} = \varphi \gamma_{bs} (R_b^* A_b + \gamma_{s2} R_s A_s),$$

где R_b^* - расчётное сопротивление бетона в трубобетоне;

φ - коэффициент продольного изгиба;

A_s и A_b - геометрические характеристики поперечного сечения;

γ_{bs} - коэффициент условия работы бетона;

γ_{s2} - коэффициент условия работы арматуры.

По сравнению с железобетонными конструкциями, армированными стальными прутками, экономические показатели трубобетонных конструкций выше ввиду отсутствия необходимости придания формы сечения, за счет служения оболочки моделью опалубки. Бетон, находясь в обойме, повышает устойчивость колонны, что является одной из важных его характеристик. Образование трещин снижается за счет присутствия металлической оболочки. Использование комбинации подобных материалов позволяет облегчить возведение трубобетонной конструкции, которая в свою очередь будет выполнять функции пожарной безопасности, за счет увеличения стойкости открытому огню.

Несмотря на вышеуказанные преимущества конструкции трубобетонных колонн, имеют также и недостатки [4]. В частности, бетон может отслаиваться от стенки трубы, за счет разности начальных коэффициентов поперечной деформации бетона и стали ($\nu_b \approx 0,18 \dots 0,25$, $\nu_s \approx 0,3$). Устранение такого повреждения конструкции возможно за счет использования различных армирующих элементов. Так, в трубе делаются отверстия, в которые вставляют анкерные болты с раскрывающимися элементами, что дает лучшее взаимодействие бетонного ядра и со стенкой металлической обоймы. Таким образом, данные ввертки являются некими кристаллизаторами в бетонной смеси в процессе его затвердевания.

Список литературы

1. Eurocode 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Общие правила для зданий: Пер. с нем. – Полтава: ПНТУ, 1997. – 180 с.
2. Kuranovas, A. Load-bearing capacity of concrete-filled steel columns / A. Kuranovas, D. Good, A. Kvedaras, S. Zhong // Journal of civil engineering and management. 2009. Vol. 15, No. 1. P. 21–33.
3. Стороженко, Л. И. Сравнение методик расчета трубобетонных конструкций / Л. И. Стороженко, А. В. Семко // Коммунальное хозяйство городов. Науч.-техн. сб. Вып 63. К.: Техника. - 2005. - с. 59-70.
4. Кришан, А. Л. Трубобетонные колонны для многоэтажных зданий / А. Л. Кришан // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2009. - №4. - с. 75-80.
5. Стороженко, Л. И. Расчет трубобетонных конструкций / Л. И. Стороженко, П. И. Плахотный, А. Я. Черный - Киев : Будивельник, 1991. - 120 с.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДГОТОВКЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Сердюк А.И., Пояркова Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Наиболее важной задачей образовательного процесса по подготовке специалистов технических направлений и профилей, непосредственно связанной с повышением конкурентоспособности выпускников ВУЗов, является задача улучшения качества их обучения. При этом, по мнению Кулюкиной Е.С. [1], следует учитывать требования к результатам обучения мирового профессионального сообщества, предъявляемые в рамках международных критериев качества инженерного образования - «международных стандартов» (ABET Engineering Criteria 2000, CDIO Syllabus, EUR-ACE Framework Standards, Washington Accord Graduate Attributes and Professional Competencies и др.).

Однако, требования к выпускникам образовательных учреждений высшего профессионального образования значительно разнятся не только в отечественных, но и зарубежных стандартах. Поэтому учебным заведениям нередко приходится учитывать «пожелания» предприятий-заказчиков, находящихся с конкретным ВУЗом территориально в одном регионе страны.

Основные требования, предъявляемые областным Союзом промышленников и предпринимателей, Торгово-промышленной палатой Оренбургской области, предприятиями-работодателями Уральского региона к современному выпускнику – потенциальному работнику, можно представить в некоторой тезисной форме так:

- умение думать самостоятельно и решать разнообразные проблемы;
- обладание способностью творчески мыслить и генерировать новые идеи;
- владение богатым словарным запасом;
- обладание способностью адаптироваться в меняющихся ситуациях, видеть возникающие реальные трудности и искать пути рационального их решения;
- стремление и наличие возможности к интенсивному самообразованию, а также умелое применение на практике полученных знаний;
- умение грамотно работать с полученной информацией, самостоятельно концентрировать и систематизировать её, а также критически давать ей оценку;
- коммуникабельность, возможность устанавливать контакты и взаимоотношения в различных социальных группах;
- умение работать в команде, в случае возникновения конфликтных ситуаций иметь корректный, сдержанный стиль поведения;
- постоянно работать над самосовершенствованием, развитием собственного интеллекта и повышением своего культурного уровня.

По мнению Зеера Э.Ф., автора известной книги «Психология профессий», современный специалист технического профиля обязан разрабатывать новую

технику и технологию [2], востребованную на современном рынке. Поэтому требуются инновационные преобразования, заключающие в применении системно-целостного подхода к организации и подготовке учебного процесса будущих специалистов. С приходом компьютерных технологий информатизация образования является неотъемлемой частью подготовки технических специалистов при соответствующем программном и методическом обеспечении.

Преподаватели, участвующие в образовательном процессе, как правило:

- обладают достаточными фундаментальными знаниями в области информатики, ввиду возможности эксплуатации средств информационно-коммуникационных технологий и реализации их ресурсов в основных задачах образовательного процесса;
- владеют достаточным уровнем знаний в области психологии и педагогики для получения положительного эффекта от реализации всех факторов, обусловленных применением различных средств информационно-коммуникационных технологий.

Главной задачей обеспечения высококвалифицированным трудом будущих выпускников – специалистов «технарей» становится формирование у студентов, помимо профессиональных компетенций, так называемой «информационной компетентности», приобретаемой на любом этапе образовательного процесса.

Информационная компетентность будущего специалиста технического профиля представляет собой:

- во-первых, способность к выполнению поставленных задач;
- во-вторых, возможность применения информационно-коммуникационных технологий в решении различных вопросов профессиональной деятельности;
- в-третьих, талант предвидения последствий информационной деятельности и некоторый потенциал к информационному взаимодействию.

Под научно-методическим обеспечением взаимодействия, по мнению Новикова А.М. [3], понимаются различные формы и виды взаимодействий систем образования, науки и производства. Основные компоненты таких взаимодействий представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Компоненты взаимодействий высших учебных заведений и производства

Компоненты взаимодействий		
нормативный	научно-информационный	социально-психологический
Обеспечивает высокий уровень качества подготовки специалистов	позволяет осуществить организацию единого информационного пространства взаимодействующих субъектов	гарантирует социально-профессиональную адаптацию выпускников ВУЗа на производстве

Обеспечение процесса образования в научно-методическом аспекте

позволяет установить основные тенденции становления конкретной отрасли, методологию обучения, принципы определения содержания профессионального образования, анализ программных документов, разработку нового методического обеспечения взаимодействия [4, 6]. Схематизация процессов взаимодействий между высшими учебными заведениями и промышленными предприятиями представлена на рисунке 1.

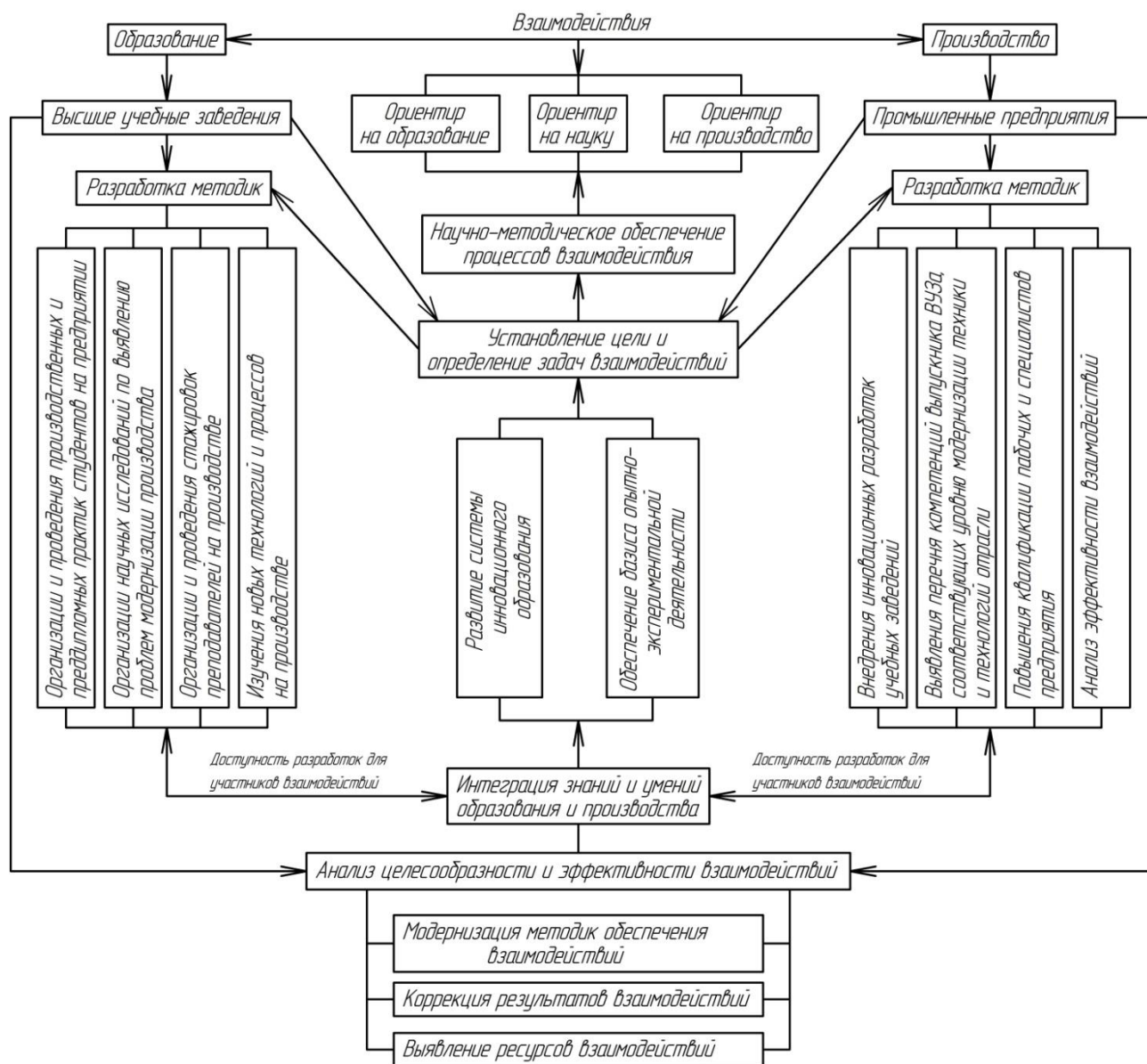


Рисунок 1 – Оценка взаимодействий между образованием и производством

Этапы научно-методического обеспечения взаимодействия, регламентированные лишь временными интервалами, представляются в виде различных методических разработок, на основании которых возможен анализ, оценка и соответствующая коррекция результатов взаимодействия. В таблице 2 приведены основные характеристики уровней научно-методического обеспечения взаимодействий между образовательными учреждениями и предприятиями технической направленности производства.

Таблица 2 – Характеристики уровней процессов взаимодействия учреждений высшего образования и производства

Показали взаимодействие	Уровни взаимодействия		
	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Характер	Эпизодический (иногда случайный)	Несистемный (по необходимости)	Динамичный (развивающий)
Наличие нормативно-правовых документов	Документация практически отсутствуют	Документы частично имеются	Полноценный комплект документов
Организация практик студентов на предприятии	Отсутствие заинтересованности у руководства предприятия в привлечении студентов и выпускников ВУЗов, а также отсутствие учебных центров (и, или их недостаточное материально-техническое оснащение)	Недостаточное владение сотрудниками предприятий новейшими методиками проведения производственных и преддипломных практик. Отсутствие заинтересованности у преподавателей в передаче научных знаний и опыта в выполнении исследований	Осуществление образовательных действий в имеющихся на предприятиях учебно-производственных (научно-производственных) комбинатах (центрах, лабораториях). Сотрудники предприятия участвуют в руководстве производственных (преддипломных) практик студентов, оказывают посильную помощь в курсовом проектировании и выполнении выпускных квалификационных работ
Проведение совместных научно-практических мероприятий (конференции, семинары, школы)	Не проводятся	Руководители (или ведущие сотрудники) предприятий участвуют в работе государственных экзаменационных (аттестационных) комиссий. Сотрудники предприятия принимают участие в качестве руководителей секций научно-практических конференций	Предприятия являются соучредителями различных исследовательских фондов. Совместная организация и проведение школ и семинаров для молодых ученых. Работа руководителей (или ведущих сотрудников) предприятий в качестве членов оргкомитетов научных мероприятий. Поощрение талантливой молодежи в виде специальных стипендий. Выделение грантов преподавателям на выполнение научных проектов

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Предприятие не заключает хоздоговора на выполнение НИР (и, или практических разработок)	Недостаточный уровень мотивации профессорско-преподавательского состава и сотрудников ВУЗа к анализу производственных процессов с целью актуализации выявленных проблем (для дальнейшей реконструкции или модернизации процессов и оборудования). Заниженные суммы контрактов на выполнение НИОКР	Преподаватели активно участвуют в выполнении хоздоговорных НИР с предприятиями. В ВУЗах организуются различные курсы по повышению квалификации сотрудников предприятия. На предприятиях организуются постоянные стажировки преподавателей

Научно-методическое обеспечение позволяет [6]:

- допустить и сохранить равноправное двустороннее взаимодействие систем образовательного учреждения и конкретного производства;
- совершенствовать методические составляющие вопросов обеспечения взаимодействий, исключая их полную переработку, тем самым продлевая срок использования разработки.

Также представляется весьма важным для любых технических специальностей и направлений подготовки, создающих новые объекты предметной деятельности в различных отраслях промышленности осуществление профессиональной подготовки в рамках введения в действие новых образовательных стандартов (ФГОС ВПО, ФГОС ВО) [5]. Строгое соответствие знаний, умений и навыков выпускника требованиям таких стандартов является залогом создания возможности интеграции профессиональных компетенций на мировом уровне.

Чрезвычайно высокие темпы развития современной науки делают актуальной проблему постоянного совершенствования основных образовательных программ и «модернизации» учебных программ дисциплин. Для осуществления этого необходимо:

- 1) определить значимость курса в системе других дисциплин, показать междисциплинарные и межцикловые связи;
- 2) создать базы данных учебной программы, которая должна иметь модульное строение с возможностью относительно быстро и независимо модифицировать отдельные модули;
- 3) найти отличия между базовыми модулями и модулями вторичными;
- 4) построить иерархию систем знаний с возможностью охватить всю картину изучаемого предмета в целом (прежде чем углубляться в нее методами

конкретных дисциплин).

Для совершенствования учебных программ необходимо владеть методиками принятия решений в условиях неопределенности, так как методика системного анализа должна быть сознательно применяемым инструментом.

Управление научно-методическим обеспечением технического образовательного процесса направлено на выполнение определенных функций структурных подразделений. К таким функциям относятся: диагностическая, аналитическая, информационная, образовательная, проектировочная, исследовательская, экспертная, консультативная, координационная, организационная [6].

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать следующий вывод: методические аспекты построения индивидуальной образовательной траектории на основе методик взаимодействия образования и производства способствуют не только созданию оптимальных условий обучения, но и развитию интегративной компетентности и рефлексивных умений у будущего выпускника ВУЗа.

Список литературы

1. Кулюкина, Е. С. Формирование компетенций бакалавров и магистров технических профилей с учетом международных стандартов: Автореф. ...канд. пед. наук. – Томск, 2011. – 24 с.
2. Зеер, Э. Ф. Психология профессий / Э. Ф. Зеер. - Екатеринбург, 1997. - 244с.
3. Новиков, А. М. Профессиональное образование России: перспективы развития / А. М. Новиков. - Москва: ИЦПНПО РАО, 1997. - 254с.
4. Мешкова, Т. А. Социально-политические аспекты глобальной информатизации // Полис. - 2002. - № 6. - С. 24-33.
5. Поляков, А. А. Научные и методические аспекты информатизации образования / А. А. Поляков [и др.] // Сборник статей. Индустрия образования. Выпуск 2. - Москва, 2002. – С. 34-38.
6. Сучков, В.Н. Научно-методические аспекты взаимодействия образования и производства / В.Н. Сучков, Р.С. Сафин, Е.А. Корчагин // Известия КазГАСУ. – 2011. - №2 (16). – С.351-358.
7. Алимова, Л. Б. Оценка качества образования в системе университетского комплекса // Л.Б. Алимова, С.В. Романович / Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013 - С.13-18

СОТРУДНИЧЕСТВО ВУЗ – ПРЕДПРИЯТИЕ ОПК НА ПРИМЕРЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ОГУ

**Сердюк А.И., Щавелев Е.В., Савельев А.Б.
Оренбургский государственный университет,
ОАО «Производственное объединение «Стрела», г. Оренбург**

В настоящее время, когда необходимость технологической модернизации производства рассматривается руководством страны как вопрос национальной безопасности, возрастают требования к содержанию и качеству подготовки инженерно-технических кадров для российской экономики [1]. В первую очередь это касается подготовки инженерных кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса.

В данной связи показателен опыт взаимодействия Оренбургского государственного университета (ОГУ) и оборонного предприятия ОАО «ПО «Стрела».

Сегодня ОАО «ПО «Стрела» представляет собой уникальный многопрофильный производственный комплекс, становление которого неразрывно связано с историей отечественной авиации и ракетно-космической техники.

Сотрудничество ОАО «ПО «Стрела» и Оренбургского государственного университета развивается с 1955 года с момента создания Оренбургского филиала Куйбышевского индустриального института, с которого началось создание ОГУ и развитие инженерного образования в городе Оренбурге.

В 1997 году в соответствии с общим приказом по ОАО «ПО «Стрела» и Оренбургскому государственному университету на базе факультета общего машиностроения и высоких технологий создан технологический институт, в 1998 году переименованный в Аэрокосмический институт (АКИ) ОГУ.

Цель создания АКИ состояла в том, чтобы на основе научных и учебно-методических наработок профессорско-преподавательского состава ОГУ организовать подготовку инженерных кадров по жизненно необходимым для ОАО «ПО «Стрела» специальностям: «Ракетостроение», «Самолето- и вертолетостроение», «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановление деталей машин и аппаратов», «Системы автоматизированного проектирования» и «Автоматизация технологических процессов и производств» [2].

Объединением были переданы университету объекты социальной инфраструктуры: Дворец культуры «Россия», Дворец юных техников «Прогресс», учебно-спортивный комплекс «Пингвин», административный корпус на территории Объединения для размещения учебных подразделений Аэрокосмического института (рисунок). Была создана кафедра летательных аппаратов, которую возглавил бывший генеральный директор ОАО «ПО «Стрела» Герой Социалистического труда, к.т.н., профессор Д.А. Тараков.



Рисунок – Учебный корпус АКИ ОГУ на ОАО «ПО «Стрела»

Для проведения занятий со студентами были привлечены ведущие специалисты и руководители предприятия, что позволило организовать преподавание специальных дисциплин с проведением практических и лабораторных работ непосредственно в цехах и отделах действующего производства. Установившиеся тесные контакты преподавателей АКИ и специалистов Объединения позволили организовать на предприятии прохождение студентами всех видов практики.

С первого курса со студентами проводятся ознакомительные экскурсии по цехам и отделам предприятия. Демонстрируются новейшее производственное оборудование, используемые технологии и изготавливаемые изделия. Ознакомительная практика, как правило, связана с изучением работы конкретного цеха или отдела. Производственная практика бывает связана с работой практикантов на конкретных рабочих местах.

В объединении практикуется стажировка студентов старших курсов с трудоустройством на неполный рабочий день. Это позволяет будущим инженерам глубже освоить выбранную специальность, адаптироваться в производственном коллективе, получить существенную прибавку к академической стипендии. Преддипломная практика связана с выбором темы будущего дипломного проекта, а также с изучением и сбором практических материалов для его выполнения.

Важным обстоятельством для абитуриентов, выбирающих специальности и направления Аэрокосмического института, стало гарантированное предоставление всем выпускникам первого рабочего места на ОАО «ПО «Стрела».

Сегодня, спустя полтора десятилетия, можно констатировать, что Аэрокосмический институт ОГУ стал центром аэрокосмического образования региона, обеспечивая подготовку специалистов по широкому спектру приоритет-

ных технических специальностей и направлений [3]. С 1997 в АКИ выпущено свыше 2700 молодых специалистов. ОАО «ПО «Стрела» на 97% укомплектовано выпускниками АКИ, многие из которых занимают ключевые инженерные должности в объединении.

В настоящее время сотрудничество АКИ ОГУ и ОАО «ПО «Стрела» все более укрепляется. Можно выделить несколько наиболее важных, на наш взгляд, направлений.

1. Развитие материальной базы Аэрокосмического института ОГУ.

Уже при создании АКИ Объединением был выделен учебный корпус, укомплектованный учебно-лабораторным оборудованием по профильным дисциплинам специальностей кафедры летательных аппаратов. Для кафедры систем автоматизации производства предприятием выделен роботизированный технологический комплекс, включающий токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1, промышленный робот РБ-241 и тактовый стол. Металлографические исследования кафедры материаловедения и технологии материалов по некоторым темам выполняются в центральной заводской лаборатории. Режущие инструменты для металлорежущих станков кафедры технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов по возможности выделяются соответствующими службами предприятия. Последним пополнением материальной базы АКИ является аэродинамическая труба, изготовление и монтаж которой выполнен силами работников объединения.

Следует отметить, что в последние годы Университет вкладывает значительные средства в модернизацию материальной базы кафедр Аэрокосмического института: закуплены 3-D принтер, координатно-измерительная машина фирмы WENZEL, многоцелевой станок с автоматической сменой режущих инструментов 400V, оснащенный инфракрасной измерительной системой, учебный интерактивный класс систем ЧПУ для освоения программирования наиболее распространенных систем Sinumerik, Fanuc, Heidenhain. Существенно модернизирована материальная база кафедры материаловедения за счет приобретения современных приборов вихретоковой и ультразвуковой дефектоскопии, твердомеров, профилометров, индукционных установок.

С сентября 2014 года сдан в эксплуатацию новый 12 этажный учебный корпус, в котором под размещение кафедр и лабораторий АКИ выделено два этажа.

2. Участие специалистов объединения в учебном процессе.

Работа ведущих специалистов предприятия в составах ГЭК и ГАК АКИ ОГУ давно уже стала традицией. Так, по кафедре летательных аппаратов успешно работают первый заместитель генерального директора и главный технолог Объединения. Ряд специальных дисциплин преподают сотрудники конструкторского бюро «ОРИОН», непосредственно расположенного на территории Объединения. К проведению учебных занятий привлекаются молодые специалисты Объединения, ныне обучающиеся в магистратуре АКИ.

3. Обеспечение студентов местами практики и предоставление выпу-

скникам АКИ первого рабочего места.

ОАО «ПО «Стрела» выступает в роли базового предприятия практической подготовки студентов АКИ, начиная с ознакомительной практики на первом курсе. Ознакомительная практика, как правило, связана с изучением работы конкретного цеха или отдела.

Производственная практика, как правило, связана с работой практикантов на конкретных рабочих местах. На предприятии практикуется трудоустройство студентов старших курсов на неполный рабочий день. Это позволяет будущим инженерам глубже освоить выбранную специальность, адаптироваться в производственном коллективе, получить существенную прибавку к академической стипендии.

Преддипломная практика связана с выбором темы будущего дипломного проекта, а также с изучением и сбором практических материалов для его выполнения.

4. Привлечение коллектива АКИ к выполнению производственных задач

В необходимых случаях ОАО «ПО «Стрела» обращается к сотрудникам и студентам АКИ для решения конкретных производственных задач.

Например, при выполнении долгосрочного проекта «Брамос», предусматривающего производство новой техники, Объединению потребовалось всю сопроводительную документацию на поставляемые изделия представить в электронной форме. С этой задачей успешно справились студенты 4 курса специальности «Системы автоматизированного проектирования», обладающие необходимыми навыками работы с компьютерной графикой.

При проведении анализа имеющегося оборудования и технологий предприятия в качестве экспертов привлекались ведущие преподаватели АКИ.

Задания от предприятия выполняются и в рамках диссертационных исследований. В частности, в ноябре 2013 года защищена кандидатская диссертация, посвященная автоматизации контроля точечных сварных соединений на изделиях, практические результаты которой приняты к внедрению на предприятии.

5. Повышение квалификации работников ОАО «ПО «Стрела» на базе АКИ ОГУ.

В последние годы новой формой сотрудничества стало повышение квалификации работников ОАО «ПО «Стрела» в рамках обучения в магистратуре АКИ. Специально адаптированное расписание звонковых занятий позволяет работникам предприятия в вечерние часы изучать дисциплины в соответствии с учебными планами выбранных магистерских программ по направлениям «Ракетные комплексы и космонавтика», «Авиастроение», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» или «Автоматизация технологических процессов и производств».

Двухгодичное обучение заканчивается подготовкой и защитой магистерской диссертации, выполняемой под руководством ведущего преподавателя АКИ.

Темы магистерских диссертаций, утверждаемые по согласованию с выпускающей кафедрой, выбираются для решения актуальных научно-практиче-

ских задач объединения. Как правило, выпускникам магистратуры АКИ на предприятии предоставляется более высокая должность с соответствующим увеличением заработной платы.

В настоящее время в магистратуре АКИ обучается 27 специалистов объединения, что способствует еще большему укреплению и расширению связей.

В качестве важной составляющей сотрудничества рассматривается и участие преподавателей АКИ в ежегодной конференции молодых специалистов объединения. При этом часто молодые специалисты докладывают о результатах решения производственных проблем, полученные в рамках выполнения магистерских диссертаций. Другими словами, практически отсутствует грань между решаемыми производственными и учебными задачами, между преподавателями АКИ и ведущими специалистами Объединения, сидящими в президиуме конференции или выступающими в роли руководителей представленных работ.

5. Совместное участие в конкурсах грантов

Дальнейшее развитие сотрудничества ОАО «ПО «Стрела» и ОГУ получило в рамках подготовки и выполнения проекта «Совершенствование подготовки кадров для развития приоритетных направлений развития экономики Оренбургской области на основе кластерной модели, представленного на конкурс «Кадры для регионов» Минобрнауки России.

ОАО «ПО «Стрела» поддержало участие в гранте, заявив на 2013-15 годы софинансирование в размере 9,0 млн. рублей. Выделяемые средства направлены на модернизацию учебно-лабораторной базы, а так же на создание новых мест практики студентов и новых рабочих мест для выпускников АКИ.

Реальная выгода от участия в гранте для объединения состоит не только в более качественной подготовке молодых специалистов, но и в создании регионального ресурсного центра, включающего лаборатории [4]

1. Быстрого прототипирования изделий;
2. Аэродинамических испытаний;
3. Металлографических исследований;
4. Механических испытаний;
5. Систем числового программного управления;
6. Механической обработки на многоцелевом станке;
7. Комплексных высокоточных измерений изделий.

Совместный проект ОГУ и ОАО «ПО «Стрела» в конкурсе на предоставление поддержки программ развития системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса также получил одобрение Минобрнауки России. В соответствии с содержанием проекта, планируется финансирование целевой подготовки 40 выпускников ОГУ 2015 года по приоритетным направлениям среднего профессионального образования, бакалавриата и магистратуры [5].

Среди перспективных форм взаимодействия АКИ – ОАО «ПО «Стрела» можно выделить следующие:

- 1) организация на предприятии долговременной практики для студентов,

обучающихся по программам прикладного бакалавриата, с обучением по рабочим профессиям;

2) организация эффективного использования оборудования создаваемого ресурсного центра в интересах науки и производства;

3) организация длительных стажировок молодых преподавателей АКИ в цехах и отделах предприятия;

4) повышение научной квалификации перспективных работников объединения путем подготовки и защиты кандидатских диссертаций по приоритетным специальностям в диссертационных советах ОГУ.

Реализация намеченных планов позволит еще более укрепить взаимодействие вуза и предприятия, выйти на новые горизонты и перспективы сотрудничества [6].

Можно констатировать, что

1. В АКИ ОГУ идет процесс формирования научной базы, соответствующей современным требованиям к вузовской подготовке молодых специалистов по приоритетным для экономики страны специальностям и направлениям машино-, авиа- и ракетостроения.

2. Уже имеющееся и приобретаемое оборудование соответствует или превосходит по своим характеристикам новейшие образцы оборудования, имеющиеся на предприятиях региона.

3. Использование новых образцов оборудования для подготовки молодых специалистов и повышение квалификации инженерно-технических работников предприятий обеспечивает Оренбургскому государственному университету лидирующие позиции в процессах технологической модернизации машиностроительного производства региона и формирования новейшего технологического уклада.

4. Ожидается, что модернизация учебно-лабораторной базы позволит расширить сферу научных интересов сотрудников ОГУ в целом, улучшит результативность научно-исследовательских работ и качество подготовки молодых кандидатов и докторов наук.

Таким образом, поступательное развитие Оренбургского государственного университета в области инженерного образования, обеспечиваемое тесным сотрудничеством с предприятиями региона и учебными заведениями страны, позволяет с оптимизмом смотреть в будущее.

Список литературы

1. Ковалевский, В. П. Некоторые проблемы отечественного машиностроения и их решение в Оренбургском государственном университете / В. П. Ковалевский, А. И. Сердюк, А. А. Корнипаева // *Машиностроение и инженерное образование*. – 2008. – № 2. – С. 2-9.

2. Сердюк, А. И. Аэрокосмическое образование в Оренбуржье: проблемы, поиски, решения / А. И. Сердюк, Н. А. Онищенко // *Высшее образование в России*. – 2009. – № 3. – С. 104-112.

3. Сердюк, А.И. *Аэрокосмический институт ОГУ как учебно-научный центр*/ А.И. Сердюк, А.Н. Поляков, А.Б. Радыгин// *Высшее образование в России*. 2014. № 7. С. 115-122.

4. Ковалевский, В.П. *Материальная база аэрокосмического института ОГУ: на пути к технологиям нового уклада*/ В. П. Ковалевский, А. И. Сердюк//// *«Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры»*. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 307 – 311.

5. «Выпускники Аэрокосмического института ОГУ, пришедшие работать на наше предприятие, показывают высокий уровень профессиональной подготовки» [Электронный ресурс]: Режим доступа: - http://orensmi.ru/press_release/release_1000 - Проверено 07.12.2014

6. Презентация Аэрокосмического института ОГУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: - <http://www.youtube.com/watch?v=frMEXnjRUUk> - Проверено 07.12.2014

ОБЗОР ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ БОРЬБЫ С ВИБРАЦИЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Устименко Р. С., Марусич К. В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

К одному из вредных производственных факторов относится - вибрация. Не выполнение нормативных требований к нему при проектировании современного машиностроительного предприятия может привести к развитию вибрационной болезни у рабочих. Поэтому необходимо стремиться, чтобы в процессе обучения студенты технического профиля обязательно знакомились с условиями труда предприятий связанных с их будущей профессией.

Снижение вибраций машин и механизмов достигается либо воздействием на источник вибраций - переменные силы в конструкции, либо воздействием на колебательную систему, в которой эти силы действуют.

С точки зрения охраны труда наибольший интерес представляют вибрации вблизи резонансов [1-3]. В этом случае задача упрощается, так как машины и агрегаты можно рассматривать как колебательные системы с одной степенью свободы. При определении основных направлений борьбы с вибрацией можно ограничиться анализом уравнений вынужденных колебаний такой системы, которую можно представить в виде сосредоточенной массы, покоящейся на пружине, другой конец которой жестко закреплен. Система, кроме того, обладает трением. В этой системе элементы упругости, массы и трения отделены друг от друга. Такого рода системы именуются системами с сосредоточенными параметрами.

Уравнение колебаний в этом случае имеет вид

$$m\ddot{x} + \mu\dot{x} + qx = F_m \sin \omega t, \quad (1)$$

где m - масса системы, кг;

q - жесткость пружины, численно равная силе, которую необходимо приложить к пружине, чтобы вызвать ее единичную деформацию, Н/м;

x - текущее значение колебательного смещения пружины, м;

$\dot{x}$ - текущее значение колебательной скорости, м/с;

$\ddot{x}$ - текущее значение колебательного ускорения массы, м/с²;

μ - постоянная (коэффициент трения), Нс/м;

F_m - амплитуда возмущающей силы, Н;

ω - частота возмущающей силы, рад/с.

На рисунке 1 приведены резонансные кривые, показывающие, как изменяются амплитуды скорости и смещения вынужденных колебаний при изменении частоты внешней силы при различных значениях активных потерь в системе. Чем больше трение, тем слабее выражен максимум резонансной кривой. Следовательно, с увеличением частоты ω сопротивление системы

возрастает, и колебательная скорость вибрации падает. Система как бы стремится к неподвижности.

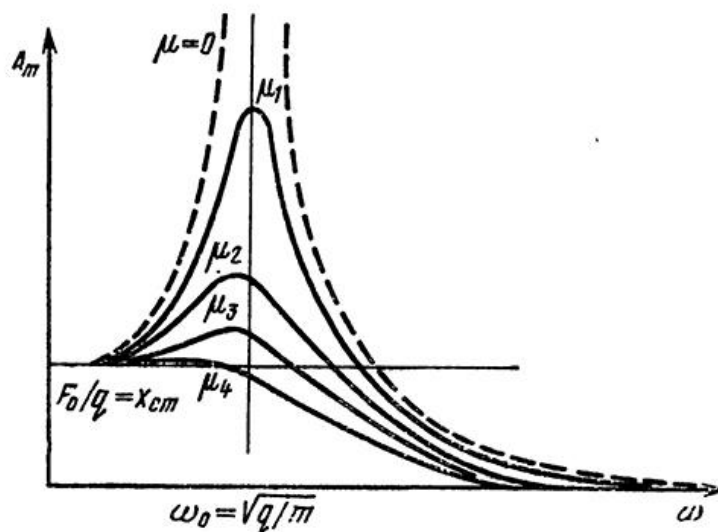


Рисунок 1 - Резонансные кривые

При конструировании машин и проектировании технологических процессов предпочтение должно отдаваться таким кинематическим и технологическим схемам, при которых динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями и т. п. были бы исключены или предельно снижены. Так, замена кулачковых и кривошипных механизмов равномерно вращающимися, а также механизмами с гидроприводами в значительной мере способствует снижению вибраций. К этому же приводит заменаковки и штамповки прессованием, ударной правки вальцовкой, пневматической клепки и чеканки гидравлической клепкой и электросваркой. В настоящее время разработаны модификации известных технологических процессов, которые имеют по сравнению с исходными меньшую виброактивность (штамповка резиной вместо обычной штамповки, прессование на гидравлических прессах вместо обработки на листоштамповочных молотах, применение гвоздильных прессов вместо гвоздильных станков и т. д.).

При конструировании машин и агрегатов необходимо изыскивать наилучшие конструктивные решения для безударного взаимодействия деталей и плавного обтекания их воздушными потоками (скошенные штампы у кузнечно-прессового оборудования, ножевые валы с винтообразной режущей кромкой станков, замена трансмиссионных приводов машин и агрегатов электродвигателями и т. д.). Для снижения уровня вибраций редукторов целесообразно применение шестерен со специальными видами зацеплений — глобоидным, шевронным, двушеvronным, конхоидальным вместо обычных шестерен с прямым зубом. Большое значение при этом имеет повышение класса точности обработки и чистоты поверхности шестерен. С этой же целью производят подбор зубчатых пар, что позволяет дополнительно снизить уровень вибраций на 3-4 дБ.

Для снижения уровня вибраций шпиндельных узлов вместо подшипников качения желательно использовать подшипники скольжения. Большое значение при их монтаже имеет выбор рабочих режимов.

Для ослабления вибраций существенное значение имеет исключение резонансных режимов, т. е. отстройки собственных частот агрегата и его отдельных узлов и деталей от частоты вынуждающей силы. Определение собственных частот отдельных конструктивных элементов производится либо расчетным путем, либо экспериментально. В первом случае расчет производится по известному значению массы и упругости системы.

При экспериментальном определении собственных частот отдельных конструктивных элементов используют специальные стенды, на которых указанные элементы подвергаются внешним знакопеременным силовым воздействиям различных частот. В случае, когда частота динамического воздействия близка к собственной частоте исследуемой колебательной системы, наблюдаются так называемые биения, при которых результирующая амплитуда колебаний (собственных плюс вынужденных) периодически увеличивается или уменьшается. Используя запись колебаний (осциллограмму процесса), можно определять собственные частоты практически любых элементов конструкции.

С точки зрения снижения вибраций наиболее предпочтительным является использование в качестве конструктивных материалов типа: пластмасс, дерева, резины. Так, в редукторах используют шестерни из капрона, текстолита и дельта-древесины. В некоторых случаях оказывается возможным также использовать шестерни из твердой резины. В результате происходит снижение вибраций оснований и фундаментов машин, а следовательно, снижается вибрация рабочих мест. На рисунке 2 показан шпиндельный узел станка с вибродемпфирующей втулкой. Срок службы подшипниковых узлов с вибродемпфирующими элементами значительно выше обычных.

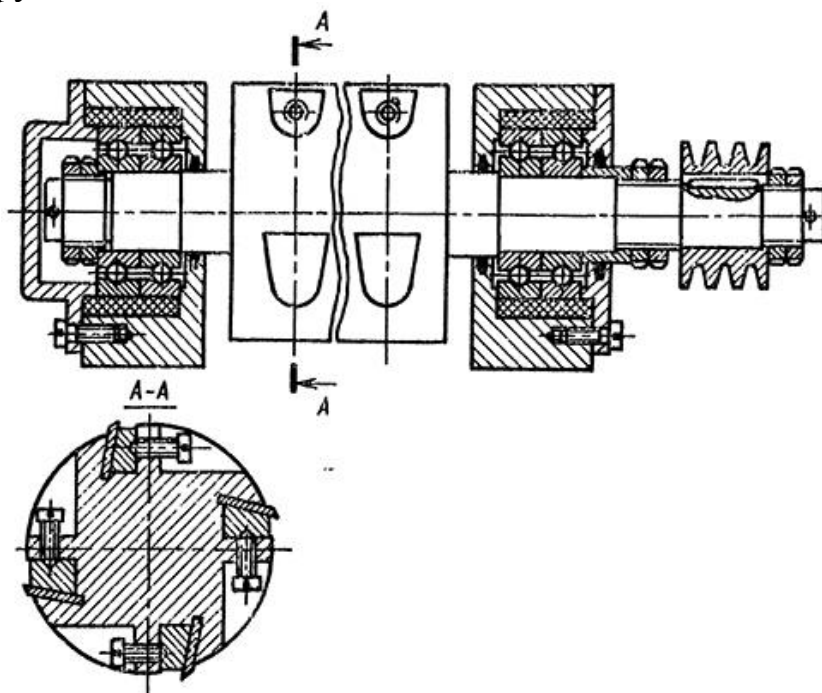
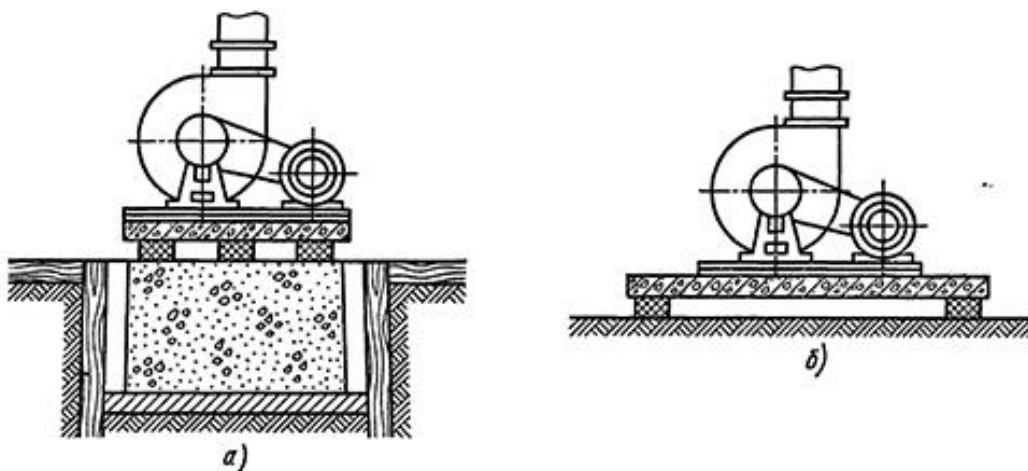


Рисунок 2 - Шпиндельный узел станка с вибродемпфирующей втулкой

В том случае, когда применение полимерных материалов в качестве конструктивных не представляется возможным, для снижения вибраций используют вибродемпфирующие покрытия. Действие покрытий основано на ослаблении вибраций путем перевода колебательной энергии в тепловую при деформациях покрытий. Эффективное действие покрытий наблюдается на резонансных частотах элементов конструкций агрегатов и машин.

Чаще всего виброгашение реализуется путем установки агрегатов на самостоятельные фундаменты. Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента в любом случае не превышала от 0,1 до 0,2 мм, а для особо ответственных сооружений 0,005 мм. Для небольших объектов между основанием и агрегатом устанавливают массивную опорную плиту (рисунок 3).



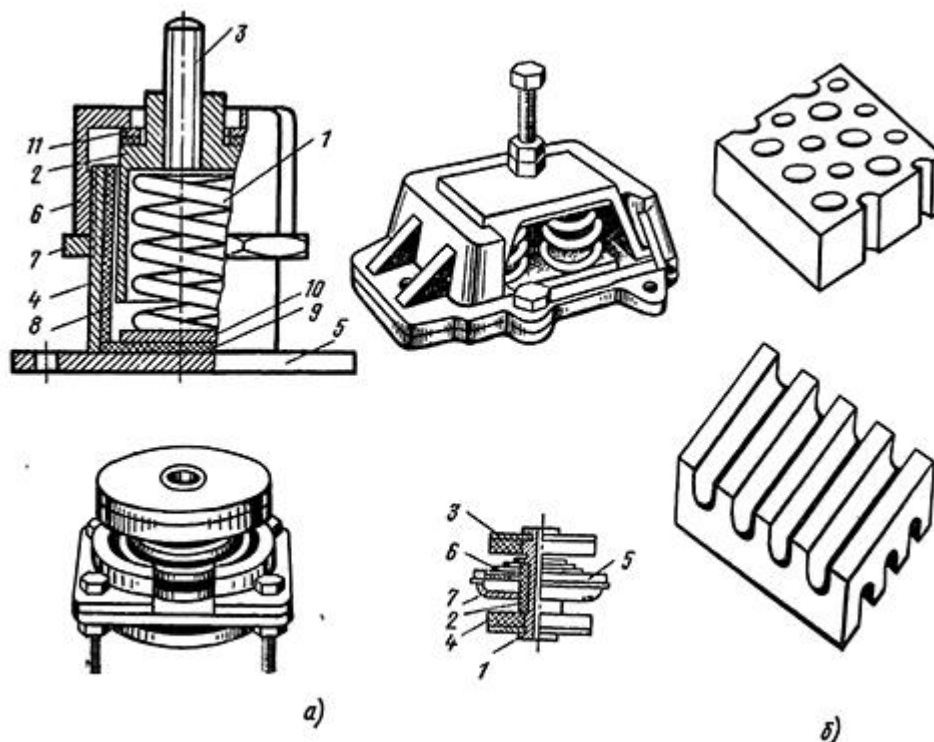
а - на фундаменте и на грунте; *б* - на перекрытии

Рисунок 3 - Установка агрегатов на виброгасящие основания

Одним из способов увеличения реактивного сопротивления колебательных систем является установка виброгасителей. Наибольшее распространение в машиностроении получили динамические гасители колебаний, уменьшающие уровень вибраций защищаемого объекта за счет воздействия на него реакций дополнительных колебательных систем. Недостатком динамического виброгасителя является то, что он действует только при определенной частоте, соответствующей его резонансному режиму колебаний. Даже незначительные изменения частоты вибраций агрегата резко снижают эффективность действия виброгасителя, так как выводят его из резонансного режима работы. Такие виброгасители применяются в агрегатах, имеющих характерный постоянный во времени дискретный спектр вибрации, т. е. в агрегатах с возмущающим воздействием практически одной частоты.

Другим способ уменьшения уровня вибрации защищаемого объекта является виброизоляция. Она осуществляется посредством введения в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибраций от машины - источника колебаний к основанию или смежным элементам конструкции. Эта упругая связь может также использоваться для ослабления передачи вибраций от основания на человека, либо на защищаемый агрегат.

Для виброизоляции машин с вертикальной возмущающей силой применяют виброизолирующие опоры трех типов: резиновые, пружинные и комбинированные (рисунок 4).



a - пружинные; *б* - резиновые виброизоляторы

Рисунок 4 - Виброизолирующие опоры

Пружинные виброизоляторы по сравнению с резиновыми имеют ряд преимуществ. Они могут применяться для изоляции как низких, так и высоких частот (обеспечивают любую деформацию), дольше сохраняют постоянство упругих свойств во времени, хорошо противостоят действию масел и высокой температуры, относительно малогабаритны. Однако они могут пропускать колебания высоких частот, так как материал пружин (сталь) имеет малые внутренние потери. Поэтому пружинные виброизоляторы в этом случае рекомендуется устанавливать на прокладки из упругих материалов типа резины (комбинированный амортизатор).

При использовании виброизоляторов типа резиновых прокладок следует предусматривать меры для обеспечения деформации в горизонтальной плоскости. Для этого резиновые виброизоляторы должны либо иметь форму ребристых или дырчатых плит, либо разбиваться на ряд параллельно установленных виброизоляторов.

Виброизоляция будет эффективной, если фундамент (или перекрытие), на котором производится ее монтаж, обладает достаточной массивностью.

В последнее время широкое распространение в промышленности получила так называемая активная виброзащита. Она предусматривает введение дополнительного источника энергии (сервомеханизма), с помощью которого осуществляется обратная связь от изолируемого объекта к системе

виброизоляции. Это приводит к быстрому затуханию колебаний в виброизолированной системе при внешних воздействиях.

Таким образом, из проведенного обзора следует, что основными направлениями борьбы с вибрацией машин и оборудования являются:

- снижение вибрации в источнике возникновения посредством снижения или ликвидации действующих переменных сил;
- отстройка от режима резонанса путем рационального выбора приведенной массы или жесткости системы;
- вибродемпфирование — увеличение механического импеданса колеблющихся конструктивных элементов путем увеличения активных потерь (трения) при колебаниях вблизи режимов резонансов;
- динамическое гашение колебаний — увеличение механического импеданса узла, механизма, агрегата путем внесения в систему дополнительных реактивных импедансов.

Список литературы

1. Санитарные нормы СН 2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36).
2. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1) Постановление Госстандарта СССР от 06.06.1983 N 2473.
3. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 40).

КАВИТАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ

Ходосенко Р.С.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В последнее время в различных областях техники, таких как авиация, ракетостроение, химическое и энергетическое машиностроение, получают все большее распространение высокооборотные центробежные насосы.

Их достоинством является простота конструкции, малая масса и большой ресурс.

При высокой рабочей частоте центробежного колеса возникает разность давлений в жидкости, из этого следует ее «вскипание». Жидкость начинает кипеть, когда давление в некоторых участках понижается до давления ее насыщенных паров. Происходит нарушение потока жидкости с образованием многочисленных пузырьков – каверн. При этом жидкость интенсивно кипит, этот процесс сопровождается заполнением полости каверн парами жидкости. Перемещаясь с потоком в область более высокого давления, кавитационный пузырёк схлопывается, излучая при этом ударную волну. На рис.1 показано явление кавитации на примере гребного винта.

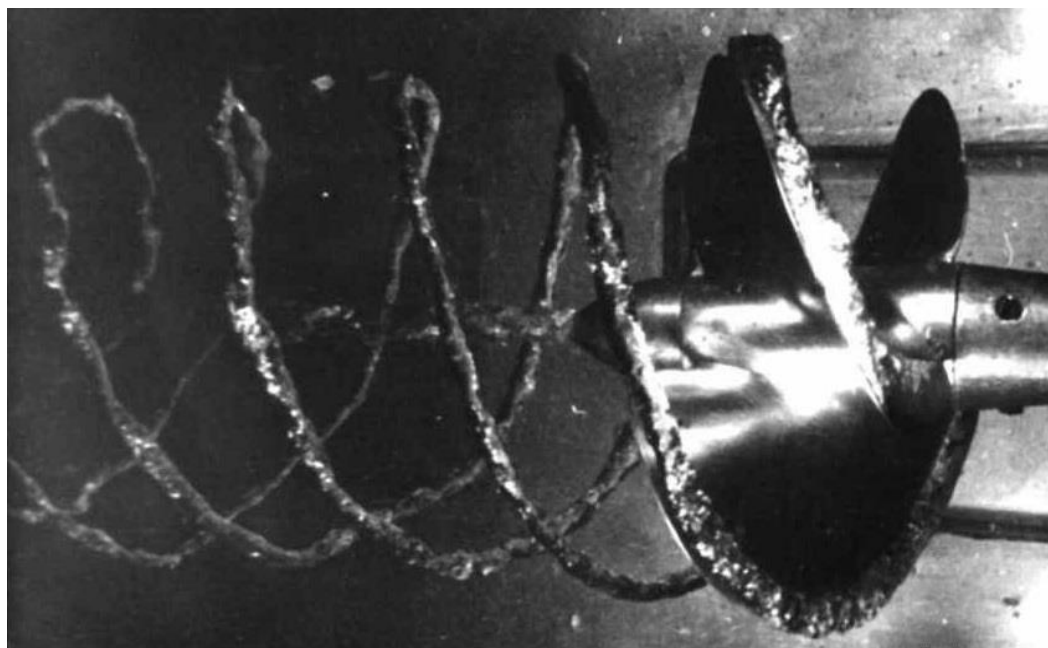


Рисунок 1 – Явление кавитации на гребном винте судна.

Следствиями явления кавитации является: вибрация, шум, эрозионное повреждение конструкции, на участках протекания процесса кавитации (рис 2). В результате все эти явления несут с собой изменяются энергетических характеристик насоса, резко снижается напор.



Рисунок 2 – Кавитационная эрозия на рабочем колесе центробежного насоса.

Длительная работа насоса при наличии даже незначительных кавитационных явлений недопустима. Для предотвращения нежелательных последствий кавитации приходится либо повышать давление жидкости перед насосом либо понижать рабочую частоту вала турбины. При этом ухудшаются экономические и массо-габаритные характеристики агрегата.

Для прогнозирования антикавитационных свойств насоса используют кавитационный коэффициент быстроходности $C_{кр}$.

$$C_{кр} = \frac{5,62n\sqrt{Q}}{\Delta h_{кр}^{\frac{3}{4}}}, \quad (1)$$

где n – рабочая частота вращения вала, об/мин;
 Q – объемный расход жидкости, м³/с;

$h_{кр}$ – критический кавитационный запас или превышение полного минимального напора жидкости, м.

Чем большую величину имеет коэффициент $C_{кр}$, тем более высоким антикавитационным свойством обладает насос.

Из данного выражения видно, что при заданных параметрах Q и $\square h_{кр}$ допустимая частота вращения вала насоса n пропорциональна кавитационному коэффициенту быстроходности $C_{кр}$, который зависит от конструкции насоса и может меняться в широких пределах. Из вышеописанного следует, что кавитация влияет на облик агрегата, его основные характеристики, габариты и массу.

Прежде всего высокие антикавитационные характеристики достигаются путем внедрения в конструкцию на одном валу с центробежными колесом, колес-шнеков. На рисунке представлена типовая схема шнеко-центробежной ступени. Шнек прост в изготовлении, незначительно увеличивает габариты входного устройства, так же несущественно усложняет конструкцию.

Гибриды шнеко-центробежных насосов при правильном проектировании могут иметь значения антикавитационного коэффициента быстроходности $C_{кр} = 5000 \div 5500$.

Одним из основных факторов при проектировании турбонасосных насосных агрегатов является учет характеристик рабочей жидкости. Например наличие газовых включений ускоряет процесс кавитации.

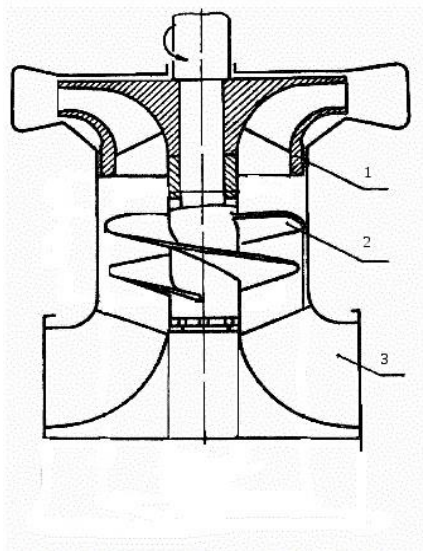


Рисунок 3 – Типовая схема шнеко-центробежной ступени.

1 - центробежное рабочее колесо; 2 - шнек; 3 – подвод.

Прежде всего жидкость не может воспринимать растягивающих усилий. В результате происходит ее разрыв, и как следствие, нарушение сплошности потока с образованием многочисленных каверн.

При этом процессе жидкость интенсивно кипит и как только паровые каверны, движущиеся вместе с потоком жидкости, попадают в участок, где давление выше упругости насыщенного пара, происходит конденсация, после чего каверны исчезают и процесс кавитации завершается.

Образование пара в потоке сопровождается затратой тепла, которое отнимается от жидкости, расположенной вблизи каверн. Как результат, температура рабочей жидкости понижается, а давление становится ниже изначального давления насыщенных паров, вскипание жидкости происходит

как бы с запаздыванием из перегретого состояния. Так же происходит процесс конденсации пара из переохлажденного состояния. Все это ведет к тому, что конденсация пара в кавернах сопровождается большей скоростью и частицы жидкости также достигают большей скорости. В части сжатия каверны происходит сильный гидравлический удар, который может достигать несколько десятков мегапаскалей.

Таким образом, путем изменения конструкции можно улучшить антикавитационные характеристики, повысив при этом КПД агрегата. Есть возможность понизить и вредное воздействие кавитационной эрозии. Одним из основных методов борьбы с кавитационной эрозией является подбор материалов, закладываемых при проектировании деталей агрегатов.

Список литературы

1. Волков Е.Б., Головков Л.Г., Сырицын Т.А., *Жидкостные ракетные двигатели*: 1970—237 с.

2. Беляев Е.Н., Чванов В.К., Черваков В.В., *Математическое моделирование рабочего процесса жидкостных ракетных двигателей*, :1999—115с. — ISBN 0-03-076708-3.

3. Гахун Г.Г. (ред), *Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей*: 1989—202с. — ISBN 5-217-00360-X.

4. Левковский Ю.Л. *Структура кавитационных течений*. — Судостроение:1977. —248 с.

ПОДГОТОВКА МАГИСТРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Щеголев А. В., Сердюк А. И.

ЗАО «Механический завод», г. Орск,

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Автоматизация технологических процессов предприятия охватывает широкий круг задач, требующих пристального внимания для обеспечения выпуска конкурентной продукции. В этой связи особое значение при подготовке магистров по направлению 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств уделяется применению информационных технологий. В учебный план включены такие дисциплины как «Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств», «Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий», «Интегрированная логистическая поддержка продукции на этапах жизненного цикла», «Распределенные компьютерные информационно-управляющие системы». Одним из актуальных направлений применения информационных технологий является анализ решений, принимаемых на различных этапах разработки автоматизированной системы. Так, например, при технической подготовке технологического процесса обработки металлов давлением, методики расчета технологических режимов включают эмпирические коэффициенты, имеющие широкий диапазон значений. Выбор конкретного значения, как правило, происходит по результатам изготовления опытных образцов, что приводит к увеличению длительности запуска изделий в производство. Анализ процессов, происходящих при обработке металлов давлением, часто выполняют при помощи специализированного программного обеспечения, такого как QFORM3D, AutoForm, DEFORM. Обучение студентов магистратуры работе в одном из данных программных пакетов позволит получить ряд профессиональных компетенций, таких как «способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных технологических процессов», «способность выбирать оптимальные решения при создании продукции, разработке автоматизированных технологий и производств, средств их технического и аппаратно-программного обеспечения с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты». Анализ возможностей систем исследования процессов обработки металлов давлением проведен в работе [1], в результате которого установлено, что наиболее предпочтительным программным средством является DEFORM.

Рассмотрим процесс подбора технологического режима «Скорость движения пуансона» при изготовлении баллонов высокого давления из стали марки «Сталь 3». Данная задача решалась при помощи моделирования в

системе DEFORM. Для получения результатов моделирования процессов глубокой вытяжки адекватных реальным производственным результатам необходимо сначала провести вычислительные эксперименты на предмет выявления параметров производственного процесса, соответствующих заданным условиям.

Для определения скорости движения пуансона, при которой достигаются наиболее адекватные результаты моделирования проведена серия экспериментов из 20 циклов моделирования. Шаг изменения скорости варьировался в зависимости от величины, малые значения скорости исследовались на предмет оценки адекватности работы программы, при более высоких скоростях исследовалось влияние значения скорости на процесс моделирования.

После каждого цикла моделирования оценивалась форма полученной заготовки по следующим критериям:

- толщина стенки в 5 горизонтальных сечениях, мм;
- толщина стенки в 4-х вертикальных сечениях, мм;
- толщина дна, мм;
- толщина боковой стенки на расстоянии 150 мм от основания (требование проектной документации), мм;
- высота заготовки, мм.

Измерение толщины стенки в горизонтальных сечениях необходимо для оценки величины утонения стенки (рисунок 1).

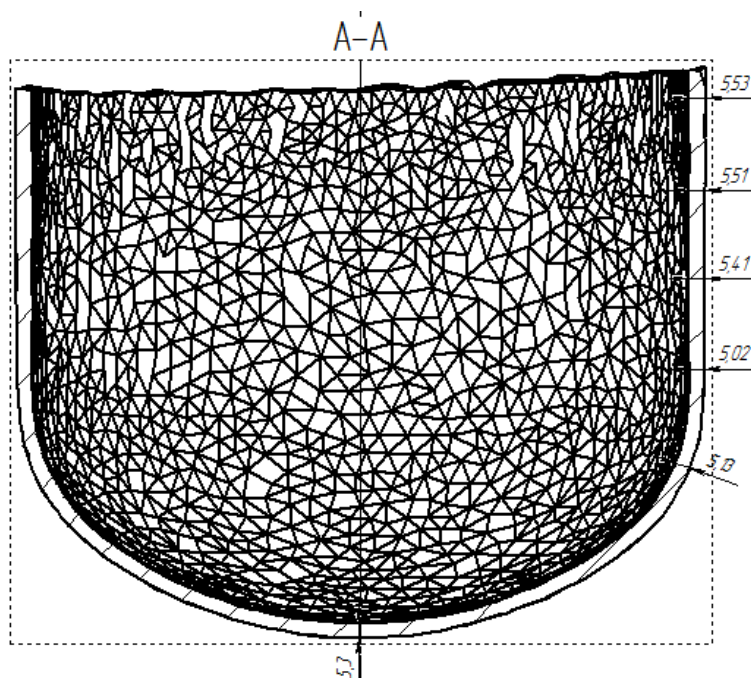


Рисунок 1 – Замеры в горизонтальных сечениях

Так как геометрия заготовки получена из конечно-элементной модели, то в различных точках поверхности толщина стенки будет различаться. Поэтому предложено осуществлять замеры в вертикальных сечениях по плоскостям 0° , 45° , 90° , 135° . Схема расположения сечений для оценки толщины стенки

заготовки приведена на рисунке 2.

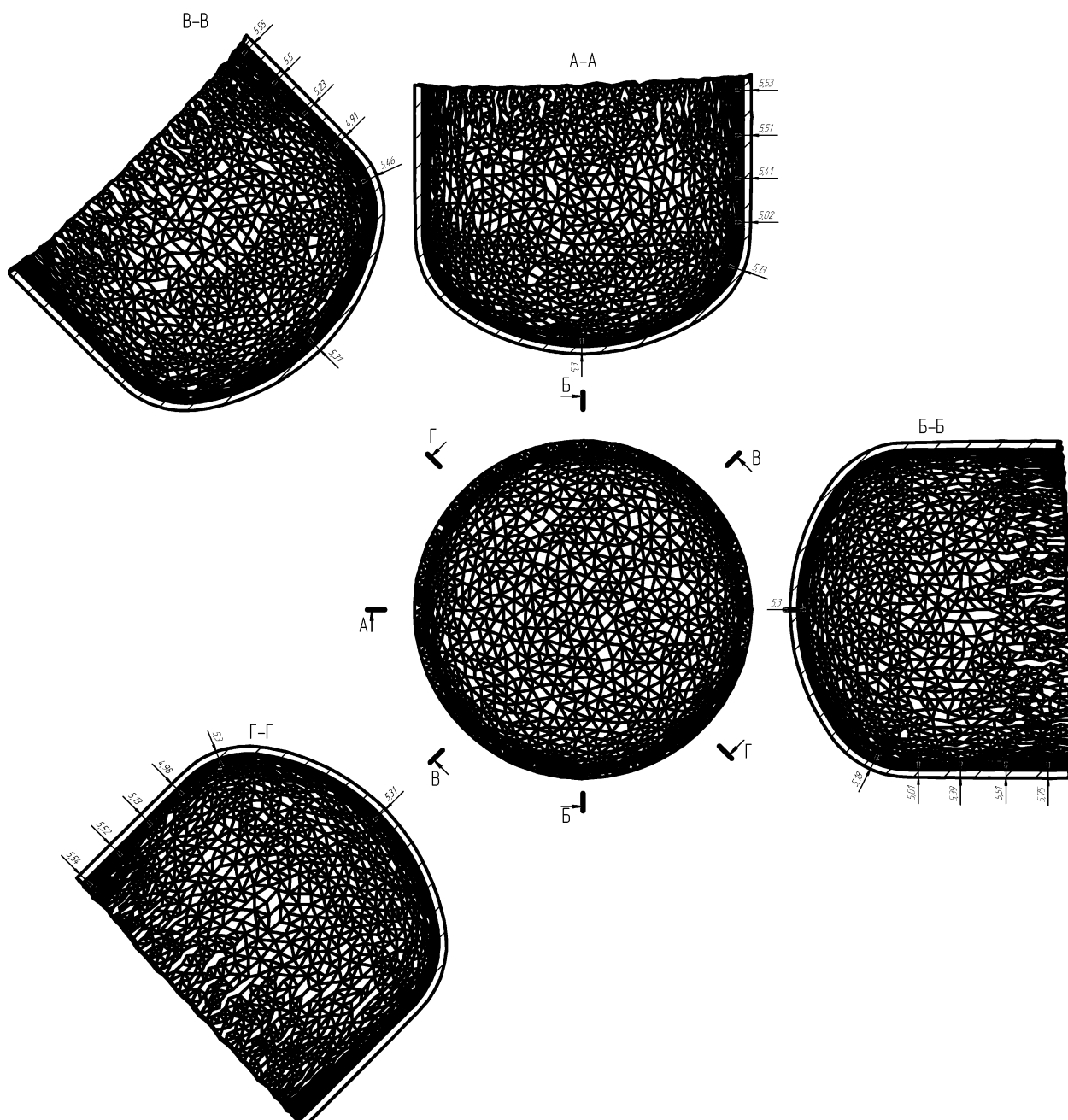


Рисунок 2 – Схема расположения сечений

После проведения экспериментов результаты были сведены в электронные таблицы для построения зависимостей. На рисунке 3 представлен график, демонстрирующий зависимость средней толщины стенки полученной заготовки от скорости движения пуансона. Из графика видно, что средняя толщина уже после 1 мм/с не опускается ниже 5 мм.

Однако, судя по графику изменения разнотолщинности (рисунок 4), видно, что скорость движения пуансона оказывает более существенное влияние, чем может показаться на первый взгляд.

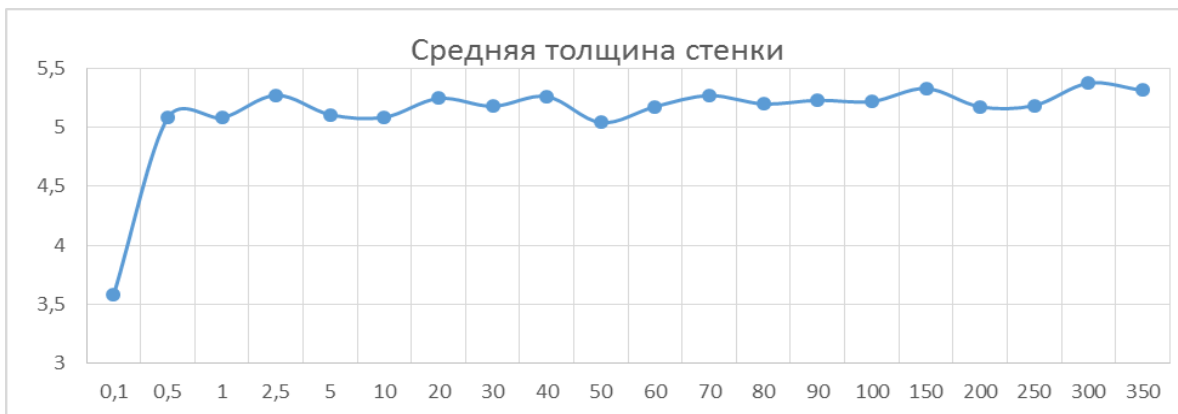


Рисунок 3 – Зависимость средней толщины стенки от скорости движения пуансона

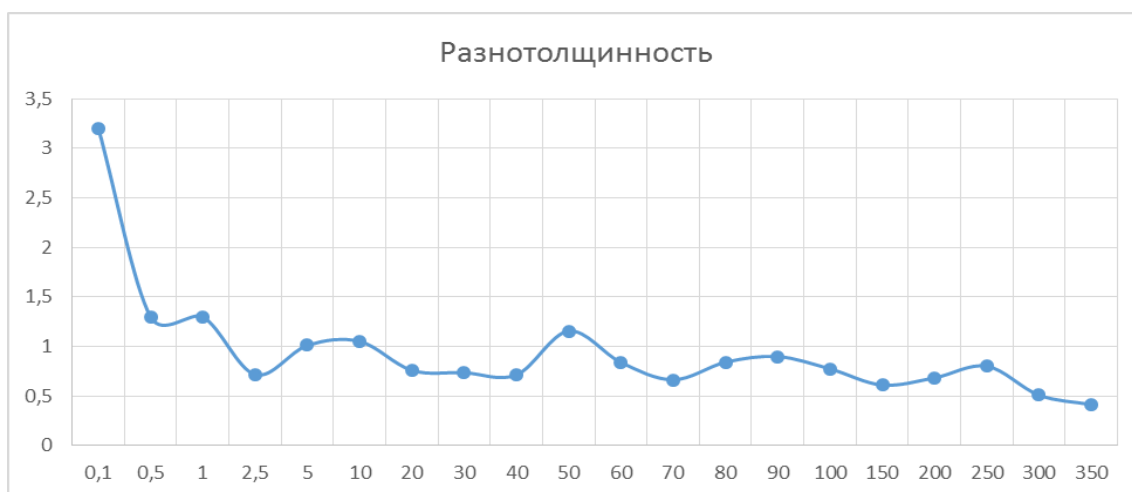


Рисунок 4 - Зависимость разнотолщинности от скорости движения пуансона

Из графика следует, что с увеличением скорости толщина стенки становится более равномерной, что также подтверждается результатами исследований, представленными в работе [2]. Из этого следует, что при автоматизации технической подготовки производственных процессов обработки металлов давлением необходимо проведение тщательного анализа и оценки влияния технологических параметров на результат операции. Таким образом, изучение систем инженерного анализа процессов обработки металлов давлением студентами направления 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств позволит разрабатывать системы управления с технологическими режимами, обеспечивающими заданное качество продукции, за счет проверки их компьютерным моделированием до запуска производства.

Список литературы

1. Щеголев А. В., Обзор систем моделирования процессов обработки металлов давлением // А. В. Щеголев, М. В. Овечкин, А. И. Сергеев. - Краснодар
2. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке, 6-е изд. / В. П. Романовский. - Ленинград, Машиностроение, 1979 г. – 520 с.