коэффициенты детерминации, было установлено, что прогноз следует строить на основе степенной функции:

$$\hat{y}_t = 10,11225 \cdot t^{0,50715}$$

Прогнозный объем валового производства СПГ в 2019 году составит не менее 11,4 млн. т.

Таким образом, на данный момент существует не так много реализаций буксиров, работающих на СПГ, и эта технология претерпевает бурное развитие в связи с дальнейшей разработкой гибридных моделей буксиров совместно с использованием СПГ в качестве основного топлива.

1. Dunstan N., Levander O. LNG-Fuelled Tug Concept. ITS 2008. Suntec Convention Centre, Singapore. Day 2, Paper № 6.
2. Газификация твёрдых топлив [Электронный ресурс] // lesopromyshlennik: [сайт]. URL: <http://www.lesopromyshlennik.ru/bioenergia/Gaz1011.html>
3. Костылев И. И., Коняев Д. В. Бункеровка как фактор сдерживания применения газового топлива на судах // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2016. №5 (39).
4. Пронин Е. Н. Использование сжиженного природного газа на водном транспорте / СПб., 2016. — 48 с.
5. Sulphur oxides (SOx) – Regulation 14. [Электронный ресурс] // International Maritime Organization.: [сайт]. URL: [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-\(SOx\)—Regulation-14.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-(SOx)—Regulation-14.aspx)
6. Designation of North American Emission Control Area to Reduce Emissions from Ships [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency: [сайт]. URL: <http://www.epa.gov/otaq/regs/nonroad/marine/ci/420f10015.pdf>
7. Gladstein, Neandross and associates. LNG Opportunities for Marine and Rail in the Great Lakes, Gulf of Mexico, and Inland Waterways. October 2014.
8. Безюков О.К., Жуков В.А., Яценко О.И. Газомоторное топливо на водном транспорте. // ВЕСТНИК ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА ИМ. АДМИРАЛА С.О. МАКАРОВА, No. 6 (28), 2014. pp. 31-39.
9. Безюков О.К., Жуков В.А., Яценко О. И. Анализ перспективности газопоршневых ДВС. // ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. 2014. No. 2. pp. 45-51.
10. MS Høydal – World’s First LNG Powered Ship [Электронный ресурс] // Marine Insight: [сайт]. [November 29 2012]. URL: <http://www.marineinsight.com/marine/marine-news/headline/ms-hoydal-worlds-first-lng-powered-ship/>
11. Piellish, R. “LNGEurope Bunkers the Bokn in Rome.” [Электронный ресурс] // HHPInsight: [сайт]. [May 21, 2014]. URL: <http://hhpinsight.com/marine/2014/05/lng-europe-bunkers-the-bokn-in-rome/>
12. MOL orders LNG-fueled tugboat [Электронный ресурс] // lngworldnews: [сайт]. [2018]. URL: <https://www.lngworldnews.com/mol-orders-lng-fueled-tugboat/>

Башкатов А.М., Котиц Д.А., Юрочкина Т.М.

Реализации междисциплинарных связей при изучении технических дисциплин на основе САПР

*Приднестровский Государственный Университет им. Т.Г. Шевченко
(Молдова, Тирасполь)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2018-05

idsp: sciencerussia-10-12-2018-05

Аннотация

В данной статье рассматривается использование пакета компьютерных программ в рамках их непрерывного применения для создания модели устройства в учебном процессе с учетом проблем региональной тематики.

Ключевые слова: компьютерные технологии, междисциплинарные связи, капельная схема полива, капельница, пресс-форма, автоматизация процесса.

Abstract

This article discusses the use of a software package in the framework of their continuous use to create a device model in the educational process, taking into account the problems of regional subjects.

Keywords: computer technology, interdisciplinary communication, drip irrigation scheme, dropper, mold, process automation.

В наше время использование компьютерных технологий в образовании сформировалось де-факто, что отражается общими тенденциями информатизации общества и многообразием решаемых задач.

При этом спектр используемых программ больше зависит от профиля подготовки и характеризуется наличием, как учебных версий коммерческого ПО, так и применением свободного программного обеспечения.

В учебном процессе ИТИ активно используют инженерные программы, успешно применяемые в ряде курсов специальных дисциплин [1]. Среди них: CAD-система КОМПАС-3D [3], САЕ-система - АПМ WinMachine [4]; САМ-продукты - САПР ТП Вертикаль [5], ГеММА-3D [6] и др., которые обеспечивают не только подготовку конструкторско-технологической документации и автоматизации расчетных задач в течение семестра, но и служат для оформления курсовых и дипломных работ.

Кроме студентов использование данных программ в ВУЗе позволяет повысить эффективность работы и сотрудников – преподавательского, инженерно-вспомогательного персонала. Этому также способствует и постоянное внимание к проблемам региональной тематики.

Так, в рамках обеспечения рынка продукцией местного растениеводства стал актуален вопрос восстановления оросительной системы.

Касаясь технической стороны, стоит отметить, что в регионе наиболее распространенным и прогрессивным методом остается капельная схема полива [2] (рисунок 1).

Рисунок 1. Капельница [8]

При этом данный вариант характеризуется рядом преимуществ, среди которых можно выделить такие, как:

- 1) экономия воды за счет прямой подачи к корневой системе;
- 2) создание определенных препятствий распространению болезней;
- 3) увеличение жизнестойкости растений и раннему их созреванию;
- 4) автоматизация процесса применения системы полива.

К недостаткам такой схемы, а они тоже есть, следует отнести:

- 1) сложность и в некоторой части дороговизна монтажа;
- 2) частый выход из строя капельниц, вследствие засорения, поломок.

Что, в общих чертах, представляет капельница? Это узел для распыления потока воды, основным крепежным элементом которого служит деталь типа «Накидная гайка», или, другими словами, цилиндрическое тело с внутренней резьбой (рисунок 2).

Рисунок 2 – Накидная гайка капельницы

Эти детали входят и в состав компрессионных соединительных фитингов для монтажа арматуры капельного полива (рисунок 3) и имеют ограниченный ресурс, вследствие поломок резьбы или возникающих трещин в корпусе.

Рисунок 3 - Разновидности компрессионных соединительных фитингов

Частый выход из строя капельниц и накидных гаек-фитингов порождает необходимость создания их запаса. Чтобы продлить сроки эксплуатации, поставлена задача - удешевить процесс изготовления деталей.

Обратимся к технологии. Классически детали такого типа получают методом литья под давлением из полимерных материалов в специальных пресс-формах, что говорит о массовой форме выпуска.

Для оформления внутренней резьбы в отливке используют закладные элементы. Традиционно их заранее устанавливают в пресс-форму (инструмент), а потом извлекают вместе с отливкой. Далее закладной элемент вручную выкручивают из отливки, что увеличивает время, а, следовательно, и стоимость изготовления изделия.

Поэтому была требуется уменьшить время изготовления данной детали («Накидная гайка») максимально сократив применение ручных вспомогательных операций, т.е. заставить пресс-форму работать в автоматическом режиме. Что в итоге должно снизить себестоимость производства данных деталей.

Для автоматизации изготовления капельниц и «гаек-фитингов» в инструменте (пресс-форме), предусмотрен механический привод. В его основе используется пара винт-гайка, которая преобразует вращательное в поступательное движение механизма и обеспечивает зубчатое зацепление с исполнительными узлами.

Внешний вид такого устройства представлен на рисунке 4.

Рисунок 4 - Пара винт-гайка исполнительного механизма

Пресс-форма, внешний вид показан на рисунках 5 и 6, работает следующим образом. При ее раскрытии гайка ходового винта, совершая поступательное движение, вращается вместе с ведущим колесом, и приводит в действие шестерни, выполненные совместно с оформляющим внутреннюю резьбу отливки знаком. Таких знаков несколько. При своем вращении резьбовые знаки вывертываются из отливки, а сама отливка, поступательно вращаясь, должна выпадать из гнезда.

При конструировании формы, ходовой винт выполнен диаметром 32 мм, с левой нарезкой и десятью заходами. Гайка ходового винта, представляет комбинированную конструкцию, в которой резьбовая часть получена заливкой баббита. Такой подход объясним технологической экономичностью, но с эксплуатационной стороны – неудачен, поскольку склонен к деформациям и заклиниванию устройства.

Как решение предлагается резьбовую часть изготавливать из менее жесткого материала, например, полиамида. В этом случае соединение не склонно к хрупкости и поломкам, вследствие чего отпадает необходимость в смазке. Стойкость такой винтовой пары повышается, если сравнивать с гайкой, изготовленной из бронзы.

Гайка ходового винта закреплена в самой форме, что позволяет форму устанавливать на любые термопластавтоматы, делая решение универсальным.

Практически, данная задача была реализована на этапе создания модели устройства в рамках непрерывного применения инструментов САПР. В дальнейшем она ориентирована на использование в учебном процессе, при многоэтапной подготовке специалистов по направлению подготовки 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов».

После представления электронной сборки на международный конкурс «Юные Асы 3D-моделирования-2015» студентами III курса ИТИ разработанная модель была анонсирована на ежегодной студенческой научной конференции, где получила должную оценку специалистов.

Рисунок 5 - Внешний вид модели пресс-формы и куст получаемых деталей

На рисунок 5 показаны внешний вид модели пресс-формы (слева) и получаемых в ней деталей (справа). Рисунок 6 показывает вид на пресс-форму после разнесения компонентов.

Рисунок 6 - Пресс-форма в раскрытом состоянии

Рисунок 7 – Структурная схема междисциплинарных связей с применением САПР

Работа над данным проектом включала проведение следующих этапов исследования:

1. Определение геометрических характеристик пары винт-гайка и зубчатого зацепления для оптимального габаритов и расположения узлов пресс-формы. При этом задействована прикладная библиотека КОМПАС – 3D «Валы и механические передачи 3D», с которой студенты познакомились в семестре 5 при изучении дисциплины «Детали машин и основы конструирования».

2. Выбор материала для деталей пресс-формы из М и С (материал и сортament) КОМПАС-3D. Базовые приемы и знания по подбору материалов деталей получены в семестре 3 (учебная дисциплина «Технология конструкционных материалов»), и в 4-5 семестрах (дисциплина «Материаловедение»).
3. Построение в графическом редакторе КОМПАС-3D трехмерной модели устройства с использованием прикладной библиотеки КОМПАС – 3D «Проектирование пресс-форм». Навыки работы с системой приобретены еще в 1-2 семестрах на занятиях по дисциплинам «Инженерная графика» и «Машинная графика» и курсе «Технологическая оснастка» в 9 семестре.

Структурно основные процессы автоматизации решения прикладных задач в ВУЗе может определять схема, приведенная на рисунке 7.

Как видно из рисунка 7 для дальнейшего обучения в рамках работы над проектом предусматривает прохождение нескольких этапов. Использование модели непрерывной САПР предполагает:

1. Ознакомление с производством в ходе учебных практик и формирование списка проблемных тематик.
2. Выполнение прочностного расчета зубчатого зацепления с использованием АПМ WinMachine и оптимизацию конструкции. Практические навыки владения данным программным продуктом студенты получили в ходе изучения дисциплин «Теоретическая механика», «Соппротивление материалов», «Теория механизмов и машин» в 2-3 семестрах.
3. Написание технологии изготовления деталей пресс-формы после изучения дисциплины «Основы проектирования (Технология машиностроения)» в 7 семестре с использованием САПР ТП Вертикаль.
4. Проведение проверки правильности расчета литниковой системы в 8 семестре в КОМПАС-3D пресс-форм (дисциплина «САПР технологических процессов»).
5. Создание программ обработки деталей пресс-форм для станков с ЧПУ в семестре 10 в GeMMa-3D (дисциплина «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»).
6. Оценка затрат и проведение последующей оптимизации конструкторско-технологических решений (дисциплины «Организация и планирование производства», «Математическое моделирование») в 10 семестре.

Таким образом, обеспечивается сквозной цикл разработки изделия, где студенты для решения конкретной задачи задействуют арсенал различных средств [7], как при изучении профильных дисциплин, так и предметов междисциплинарного блока.

Развитие и активное внедрение САПР является важной составляющей в подготовке современного инженера. Это обусловлено не только квалификационными требованиями, но и реалиями современного производства. Поэтому образовательные программы, применяемые в ИТИ, да и других ВУЗах, предусматривают получение студентами навыков работы в системах автоматизированного проектирования для создания электронных версий конструкторских и технологических документов.

Не менее важным является и правильность, разумность выбора применяемых инструментов. Адекватность использования систем автоматизации применительно к решаемым задачам является отдельной темой и ждет своего решения.

В заключение следует отметить, что автоматизация не панацея, а лишь одно из средств снижения затрат при технологической подготовке производства и способна обеспечить должный эффект при ее явной необходимости и грамотном, комплексном использовании. Понимание этих правил, как студентами, так и преподавательским

сообществом позволит повысить качество подготовки выпускаемых специалистов в целом.

1. Обзор современных систем автоматизированного проектирования [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://bourabai.ru/graphics/dir.htm>
2. Самополив огорода или капельное орошение (ОТКУДА И КАК ПОЯВИЛАСЬ СИСТЕМА КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА) [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://технология.com.ua/samopoliv-ogoroda-ili-kapelnoe-oroshenie->
3. КОМПАС-3D – инструмент создателя [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://kompas.ru/>
4. Комплексный инженерный анализ конструкций и деталей машин [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://apm.ru/>
5. Система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://machinery.ascon.ru/software/tasks>
6. Проект ГеММа-3D [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://www.gemma.ru>
7. Колягина О.В. Комплексное использование САПР в инженерном образовании / Первая международная научно-методическая конференция "Применение программных продуктов КОМПАС в высшем образовании". Сборник трудов. – Тула: Изд-во Гриф и Ко, 2005. – С.3- 4. [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/ft/005030/kompas.pdf>
8. Какие трубы выбрать для организации полива огорода — советы по выбору от мастеров [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://aqua-rmnt.com/santehnika/snaruzhj/truby-dlya-poliva-ogoroda.html>

Бурнашев А.В.

Оценка предельного состояния материала магистральных газопроводов

*Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2018-06

idsp: sciencerussia-10-12-2018-06

Аннотация

Предложена методика оценки предельного состояния материала магистрального газопровода после длительной эксплуатации. Методика основана на связи акустических и механических параметров, построении их корреляционной зависимости. Получены предельные значения исследованных характеристик, при которых эксплуатация конструкции становится опасной.

Ключевые слова: ударная вязкость, скорость звука, предельное состояние, длительная эксплуатация, магистральный газопровод.

Введение

На территории Якутии с 70-х гг. эксплуатируется магистральный газопровод Матах–Берге–Якутск, обеспечивающий г. Якутск и близлежащие районы природным газом. Газопровод выполнен подземно-надземным способом, с множеством переходов через ручьи. За время эксплуатации около 50 лет произошло множество аварий разного вида. Из многочисленных наблюдений отказов и аварий сложных технических систем на Севере, известно, что при длительной эксплуатации, значительно ухудшаются механические свойства сталей, снижается пластичность, падает значение ударной вязкости, трещиностойкости [3-9]. Материал теряет сопротивляемость к хрупкому разрушению, важного параметра, для обеспечения прочности и надежности конструкций эксплуатирующихся при низких температурах.