

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тульский государственный университет»

Инновационно-технологический центр ТулГУ

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ:  
ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

**ДОКЛАДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

*Научно – техническая конференция проведена в рамках гранта  
Минобрнауки РФ по реализации программы развития инновационной  
инфраструктуры федерального бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Тульский государственный университет»  
«Развитие инновационно-технологического центра ТулГУ»  
«Шифр Программы № 2010-219-001.073»  
Контракт № 13.G37.31.0023 от 20.09.2010 г.*

Тула  
Издательство ТулГУ  
Тула 2011

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:** Тезисы докладов Всероссийск. науч.-технич. конференции. Тула; под общ. ред. А.Л. Чеботарева. - Тула: Изд-во «ТулГУ», 2011. – 180с.

ISBN 978-5-7679-2215-4

Настоящие материалы подготовлены по докладам участников Всероссийской научно-технической конференции «Инновационные наукоемкие технологии: теория, эксперимент и практические результаты».

Рассмотрены вопросы подготовки магистров и специалистов в области современных наукоемких технологий и охраны окружающей среды, экологически чистые производственные технологии, химические, ресурсо- и энергосберегающие технологии. Рассмотрены вопросы разработки информационных технологий и технологий пищевых производств.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем развития науки и технологий.

Редакционная коллегия:

Грязев М.В., Чеботарев А.Л., Панарин В.М., Мешалкин В.П., Чадаев Ю. А., Жукова Н.Н., Горюноква А.А.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Степанова В.Э.

ISBN 978-5-7679-2215-4 © Авторы докладов, 2011

© Издательство «ТулГУ»,  
2011

## ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

А.Л. Чеботарев, В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Вопросам инновационного развития Тульского государственного университета уделяется постоянное внимание. Так, в 2010 году Тульский государственный университет стал победителем конкурса грантов по развитию инновационной инфраструктуры высших учебных заведений в размере 120 млн. рублей в рамках Программы Министерства образования и науки Российской Федерации и на основании постановления Правительства от 9 апреля 2010 г. № 219 «О государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования». Заключен государственный контракт № 13G.37.31.0023 на выполнение работ «Развитие инновационно-технологического центра ТулГУ».

Этот грант свидетельствует о признании лидерства нашего университета по этому направлению среди вузов России. Заявка на грант опиралась на большую работу, которая была проделана в этом направлении за последнее время. Так, университет оказался одним из первых, где в соответствии с федеральным законом № 217-ФЗ от 02.08.2009г. "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности" было создано 5 инновационных малых предприятия. Также в заявке была представлена научная деятельность университета, работа по защите прав на интеллектуальную собственность. Важным моментом для победы в конкурсе грантов явилось то обстоятельство, что ТулГУ под реализацию программы выделил отдельно стоящее здание площадью 3000 кв.м. на территории студенческого городка. Кроме того, своевременное участие членов рабочей группы в семинарах Министерства образования и науки по вопросам подготовки заявки на грант, консультации с ведущими специалистами позволили качественно подготовить соответствующие документы объемом около 1000 страниц.

Согласно условиям государственного контракта университет взял на себя обязательства развитию инновационной структуры вуза. Это целый комплекс мероприятий связанный с созданием и развитием целого ряда структур, направленных на развитие инновационной структуры ТулГУ.

Основная цель создания инновационных структур и малых предприятий - содействие студентам, аспирантам, выпускникам и сотрудникам университета в достижении больших жизненных успехов через раскрытие своих научных, технических, организационных качеств и повышение рейтинга и привлекательности Тульского государственного университета для

последовательного его преобразования в Инновационный университет исследовательского типа.

Важным направлением в этом направлении является Инновационного бизнес-инкубатора Тульского государственного университета (ИнБИ ТулГУ) для интенсификации инновационной деятельности университета путем вовлечения студентов, аспирантов и научных работников в практическую реализацию инновационных проектов университета на основе создания эффективных малых предприятий.

Одним из направлений деятельности его является проведение конференций и семинаров для молодых предпринимателей. На базе бизнес-инкубатора ТулГУ проведена Всероссийская конференция по мероприятию У.М.Н.И.К. Фонда поддержки малых предприятий в научно-технической сфере. В конференции приняли участие более 100 человек из различных регионов России. По материалам конференции издан сборник научных трудов. В 2011 году были проведены Интернет-конференция «Практика бизнес-инкубирования в университетах Российской Федерации и США», I конференция «Разработки, достижения и творчество школьников и студентов Тульской области», Мастер-класс для молодых и предприимчивых студентов, трехдневный семинар-тренинг «Практика развития малого инновационного бизнеса». ИнБИ занимается поиском инновационных идей, за 2011 год было рассмотрено более 100 проектов. Результаты работ вошли в каталоги лучших бизнес-идей. ИнБИ ведет активное международное сотрудничество, что позволило провести мастер класс с привлечением иностранного специалиста, директора департамента ВЭД штата Нью-Йорк Джеральда Шея. Инновационные проекты, разработанные малыми предприятиями ИнБИ, представлялись на международной конференции в Финляндии. ИнБИ представил свою презентацию на конкурсе «Молодёжные инновации».

Центр коллективного пользования оборудованием ТулГУ (ЦКП) оснащается современным и уникальным оборудованием, вычислительной техникой и лицензионным программным обеспечением. Так, например, приобретена уникальная электромеханическая испытательная машина Instron 5882, которая будет применяться на кафедрах технологического и механико-математического факультетов в научных исследованиях и учебном процессе. Закуплена энергосберегающая когенерационная установка, вырабатывающая тепловую и электрическую энергию, приобретено оборудование альтернативной энергетики: солнечные батареи и ветрогенератор. Это оборудование будет применяться в учебных и научных целях на ряде кафедр университета и в малом предприятии «Энер-гоэффективность, ресурсосбережение и экология».

Общая стоимость оборудования и программного обеспечения ЦКП на сегодняшний момент составляет более 40 млн. рублей. Ресурсы ЦКП доступны всем сотрудникам университета.

Региональный учебно-методический центр повышения квалификации в сфере малого инновационного предпринимательства реализует программы дополнительного профессионального образования в области инноватики и

малого инновационного предпринимательства. В ходе курсов повышения квалификации слушателями изучаются следующие блоки вопросов, связанных с управлением инновационными проектами: инвестиции в процесс создания нововведений; инструменты государственного финансирования инновационной деятельности; венчурное инвестирование инновационных проектов; управление интеллектуальной собственностью; практика передачи инновационных технологий и другие. За последний год в центре повысили квалификацию 138 сотрудников университета. К проведению курсов привлекались ведущие лекторы ТулГУ, специалисты ООО «Инкубатор технологий» (г. Москва), УК «НИКОР кэпитал партнерз» (г. Москва), ООО «Инноград Пущино», Исследовательского центра «БиоРесурсы и Экология» (г. Пущино, Московская область), Пущинского государственного университета, патентно-лицензионного центра г. Тулы. По результатам обучения слушателям были выданы удостоверения о краткосрочном повышении квалификации государственного образца.

ТулГУ для создания и обеспечения устойчивого функционирования развитой системы кадрового обеспечения управления инновационной деятельностью в научно-технической и производственной сферах планирует приступить к подготовке специалистов, имеющих, с одной стороны, углубленную инженерную подготовку в высокотехнологичных областях промышленности, и, с другой стороны, особую управленческую подготовку по обеспечению эффективности инновационного процесса на основе междисциплинарной координации знаний. Для этого на кафедре «Подъемно-транспортные машины и оборудование» разработан комплект документов для лицензирования подготовки бакалавров по направлению подготовки 222000 «Инноватика». Подготовка таких специалистов должна быть междисциплинарной и совмещать в себе как инженерные и технологические знания, умения и навыки, так и знания, умения и навыки в области менеджмента.

Центр оценки и охраны результатов интеллектуальной деятельности как структурное подразделение создан в ноябре 2011 года. Задача Центра - помощь малым инновационным предприятиям в защите объектов интеллектуальной собственности. Учитывая, что у молодых сотрудников малых предприятий, как правило, отсутствует опыт защиты своих разработок, Центр должен подключаться к разработкам на ранних стадиях, выявлять объекты интеллектуальной собственности, своевременно оформлять и подавать заявки на их защиту в Роспатент РФ.

К настоящему времени Центр оценки и охраны результатов интеллектуальной деятельности оказал помощь и принял непосредственное участие в подготовке свыше 10 заявок на объекты интеллектуальной собственности в интересах малых инновационных предприятий. Центр работает в тесном взаимодействии с патентно-лицензионным отделом университета, руководитель Власова Валентина Кирилловна. Дальнейшая работа Центра должна содействовать развитию инновационного потенциала университета и региона посредством обеспечения деятельности в качестве

опорной организации Роспатента на территории Тульской области, формирования системы консультационной помощи субъектам инновационной деятельности по вопросам защиты результатов ин-теллектуальной деятельности и сопровождения реализации инновационных проектов. В работе Центра активное участие принимают студенты ТулГУ: Ольга Дабдина, Елена Ивановская, Светлана Камахина; сотрудники малых предприятий: Николай Тюрин, Илья Семин, Наталья Телегина, Дмитрий Тишков, которые получили свои первые патенты.

Региональный центр инновационного консалтинга (РЦИК) был создан также в ноябре 2011 года. Его целью является содействие в становлении и развитии малых инновационных предприятий, созданных при ТулГУ, а также укрепление взаимодействия между Тульским государственным университетом и промышленными предприятиями области.

РЦИК был создан для оказания услуг по следующим направлениям: инвестиционный консалтинг; стратегический консалтинг; управленческий консалтинг; консалтинг для малого бизнеса. В рамках инвестиционного консалтинга центром осуществляется поиск и привлечение зарубежных партнеров среди малых и средних инновационных предприятий для дальнейшей разработки совместного проекта и подачи заявки на грант. За отчетный период были проанализированы существующие в Германии инновационные технологические парки и бизнес-инкубаторы, и определены предприятия, с которыми возможно сотрудничество по направлениям, являющимися приоритетными для ТулГУ.

Директор центра, перед тем как его возглавить, прошел стажировку в США в одной из ведущих консалтинговых компаний штата Нью-Йорк SHG Group. По итогам поездки достигнут ряд договоренностей с консалтинговой компанией, членами Альянса Олбани-Тула и некоторыми предприятиями столичного региона Олбани. Председатель Альянса Джеральд Шей выразил готовность в содействии развитии инновационно-технологического центра, в том числе в проведении лекций американскими специалистами для молодых предпринимателей Тульской области. В целях завоевания рынка и привлечения малых предприятий начато сотрудничество со структурными подразделениями Правительства Тульской области, в частности с Комитетом Тульской области по предпринимательству и потребительскому рынку. Для привлечения инвестиций ведется работа по сотрудничеству с венчурными компаниями.

В 2011 г. была заложена основа для дальнейшего развития центра, которое должно осуществляться с помощью привлечения к сотрудничеству на коммерческой основе ведущих специалистов из числа профессорско-преподавательского состава ТулГУ.

Региональная исследовательская лаборатория школьников и студентов ТулГУ создана с целью поддержки научно-исследовательской и научно-практической деятельности студентов, учащихся и школьников, развития научных инициатив и привлечения молодых научных кадров в инновационные структуры университета. Лаборатория оборудована современными станками и

измерительными приборами, позволяющими ребятам осуществлять свои инновационные идеи на практике.

На базе лаборатории школьники и студенты развивают свои способности по таким направлениям, как робототехника, электроника, информационные технологии, ракетостроение, авиамоделирование и другие.

Региональная исследовательская лаборатория школьников и студентов совместно с Инновационным бизнес-инкубатором провела I конференцию на тему: «Разработки, достижения, творчество школьников и студентов Тульской области в различных областях знаний». По результатам работы конференции издан сборник, в котором школьники и студенты опубликовали свои первые статьи.

Центр экспертизы, сертификации и аттестации ТулГУ обеспечивает проведение экспертиз и испытаний качества строительных материалов, проведение энергоаудита и составление энергобалансов. Эти услуги широко востребованы на рынках Тулы и области. Большую роль в этой работе играет Испытательно-лабораторный центр (ИЛЦ ТулГУ), сотрудники которого прошли повышение квалификации в учебном центре Ростехнадзора и получили сертификаты автотехнических экспертов. Лаборатория прошла регистрацию в электролаборатории в Приокском Управлении Ростехнадзора. К выполнению работ в рамках лаборатории по договорам подряда привлекались сотрудники следующих кафедр университета: автомобили и автомобильное хозяйство; физики металлов и материаловедение; сварки, литья и технологии конструкционных материалов; энергетических и санитарно-технических систем и оборудования и другие. Впервые в массовом порядке студенты ТулГУ 2-го и 3-го курсов проходили практику в ИЛЦ ТулГУ. В настоящее время ведется активная маркетинговая деятельность. ИЛЦ принимает участие в различных выставках, подготовлены и рассылаются рекламные материалы о возможностях ИЛЦ и его специализированных лабораторий. Всего в 2011 году ИЛЦ выполнено договоров на сумму 1 464 269 руб.

Малые инновационные предприятия при Тульском государственном университете являются новым, достаточно эффективным инструментом для профессорско-преподавательского состава, сотрудников лабораторий и кафедр университета по внедрению результатов, полученных в ходе проведения фундаментальных НИР. Это инструмент предназначен для решения важной задачи, о которой говорится много лет, сближения фундаментальных НИР с ОКР и внедрение новейших разработок в производство. Малые инновационные предприятия позволяют объединить опыт и знания профессорско-преподавательского состава и инициативу студентов и выпускников вуза, предоставляя при этом новые возможности и не разрушая сложившиеся традиции и структуры университета.

Пример тому, малое предприятие «Геоника-Расчет» при ТулГУ, в котором работает известный ученый, доктор наук, профессор Булычев Николай Спиридонович и молодые специалисты, программисты, аспиранты и выпускники университета. Полученные профессором Булычевым Н.С. результаты фундаментальных исследований в области моделирования и оценки

прочности оболочек туннелей строительных объектов реализованы молодыми сотрудниками в компьютерный расчетный программный комплекс, который находит коммерческое применение в различных организациях. Данный комплекс демонстрировался в США и Финляндии и вызвал интерес среди специалистов, результатом чего стало заключение контрактов с немецкой компанией Thyssen Schachtbau. Предприятие выиграло грант Департамента предпринимательства и потребительского рынка Тульской области. Объем выполняемых работ превысил 5 млн. руб-лей.

Малое предприятие «Новые технологии» Тульского государственного университета эффективно взаимодействует с доктором технических наук, профессором Любимовым Виктором Васильевичем, известным ученым в области электрохимической обработки материалов. Совместно с немецким университетом Hochschule Furtwangen (HFU), предприятием Advanced Micromachining Tools GmbH (АММТ), швейцарским университетом Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), малое предприятие «Новые технологии» участвует в европейско-российском проекте в рамках международной программы ЭРАНЕТ.РУС, направленном на создание инновационной продукции и технологических разработок. Сумма контракта с Российской стороны - 4 млн. рублей, со стороны Германии 100 тыс. Евро.

Следует отметить, что данная работа выполняется по конкурсу исключительно для малых инновационных предприятий, вузы в конкурсе участвовать не могли по формальному признаку. Малое предприятие «Новые технологии» ТулГУ явилось в данном случае новым незаменимым инструментом в инновационной структуре вуза для продвижения результатов фундаментальных исследований на международном уровне.

Малое предприятие «Экобиохем», генеральный директор кандидат химических наук, заведующий кафедрой химии Алферов Валерий Анатольевич, объединило перспективную научную группу по разработке биосенсорных анализаторов для экологического мониторинга. В 2011 году предприятием проводились работы по Федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы» по теме: «Разработка модифицированных микробных электродов для амперометрического определения БПК» с объемом финансирования 2 млн. рублей. Кроме того малое предприятие выиграло грант программы СТАРТ Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по теме: "Разработка модифицированных кислородных электродов для экспресс-анализа БПК" с объемом финансирования 750 тыс. рублей. Так же реализуется грант ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 по теме «Разработка биосенсоров для экспресс-определения концентрации компонентов бродильных сред», объем финансирования: 1 млн. рублей, руководитель: к.х.н., доц. кафедры химии Арляпов Вячеслав Алексеевич, который одновременно является ведущим специалистом малого инновационного предприятия «Экобиохем». Кроме того, предприятие производит выпуск ингибитора коррозии «Ликор -23», одним из потребителей



которого является ЗАО «Тяжпромарматура», г. Алексин. Объем выпуска составил свыше 500 тыс. рублей за два года. Также предприятие организовало и провело 2 мастер-класса по развитию центров трансфера технологий.

Разработки малого научного предприятия «Энергоэффективность, ресурсосбережение и экология», направленные на создание систем автоматизированного мониторинга объектов с целью повышения эффективности их работы, поддержаны грантом Губернатора Тульской области за 2011 год и грантом Департамента предпринимательства и потребительского рынка за 2010 год. Результаты работы защищены патентами и свидетельствами Роспатента Российской Федерации.

Малое предприятие «СервисСофт Инжиниринг Тульского государственного университета» специализируется на разработке технологий мониторинга и управления территориально – распределенными объектами на основе сотовой связи для различных отраслей промышленности. В прошлом году предприятие выиграло грант Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе СТАРТ 2011 на сумму 1 млн. рублей, оформило заявки на защиту прав на объекты интеллектуальной собственности. Кроме того, малые предприятия, входящие в инновационную структуру ТулГУ, два года подряд становятся лауреатами конкурса «Лучшие бизнес – идеи Тульской области» с объемом финансирования каждого гранта в размере 225 тыс. рублей.

Вхождение Тульского Государственного технического колледжа им. С.И. Мосина в состав ТулГУ открывает дополнительные возможности для развития малых инновационных предприятий и структур университета. Рабочая группа сотрудников инновационно-технологического центра посетила колледж и совместно с проректором Скрябиным Виталием Николаевичем наметила основные направления вхождения в инновационную структуру университета.

Взаимодействие научных коллективов кафедр и лабораторий, профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов с новыми структурами университета условно можно представить в следующем виде.

На начальных этапах формирования научной идеи, разработки методов и моделей кафедра взаимодействует с Центром оценки и охраны результатов интеллектуальной деятельности для своевременного выявления и защиты объектов интеллектуальной деятельности. На этапах моделирования и проведения экспериментов кафедре может оказаться полезным Центр коллективного пользования с уникальным оборудованием. Затем, в случае положительных результатов, кафедра принимает решение о целесообразности организации малого предприятия при кафедре. Здесь весьма полезен Инновационный бизнес-инкубатор с опытом организации и первоначальной поддержки малых предприятий. На этапе опытно-конструкторских работ малое предприятие контактирует с Региональным центром инновационного консалтинга для решения задач привлечения инвестиций, участия в программах и грантах. При этом РЦИК берет на себя вопросы лоббирования разработки в различных фондах, программах и т.д. На этапе сертификации продукции Центр экспертизы, сертификации и аттестации снимает с ученых кафедры

трудноразрешимую задачу получения различных документов, без которых представление продукции на рынке затруднено. Инжиниринговый центр университета оказывает содействие практически на всех этапах работ. Региональный центр инновационного консалтинга берет на себя маркетинговые исследования и продвижение разработки на рынок инновационной продукции. Региональный учебно-методический центр повышения квалификации в сфере малого инновационного предпринимательства поддерживает весь цикл получения инновационной продукции, реализуя программы в области инноватики и малого инновационного предпринимательства. Работа Региональной исследовательской лаборатории школьников и студентов в научных исследованиях позволяет выявить наиболее способных молодых людей как перспективных научных работников и обеспечить приток школьников в качестве будущих абитуриентов Тульского государственного университета.

Дальнейшее развитие работ по Программе «Развитие инновационно-технологического центра Тульского государственного университета» предполагает проведение следующих мероприятий: создание и развитие Инжинирингового центра ТулГУ и его оснащение оборудованием, компьютерами и лицензионным специальным программным обеспечением, разработка и регистрация сайта; развитие Центра экспертизы, аттестации и сертификации ТулГУ на базе имеющихся в университете подразделений и лабораторий и оснащение специальным оборудованием, компьютерами и программным обеспечением; участие в работе технологической платформы «Малая распределенная энергетика», членом которой является Тульский государственный университет и развитие технологической платформы по направлению энергоэффективность и энергосбережение на ресурсной базе Инновационно–технологического центра ТулГУ, ОАО «Тулэнерго», ОАО «Туламашзавод и других заинтересованных организаций.

Создаваемые инновационные структуры и малые предприятия при Тульском государственном университете являются новым инструментом, помогающим студентам, аспирантам, выпускникам и сотрудникам университета раскрыть свои научные, технические и организационные способности. Этот инструмент инновационного развития повышает рейтинг Тульского государственного университета в процессе его последовательного преобразования в Инновационный университет исследовательского типа.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ИННОВАЦИОННОГО БИЗНЕС-ИНКУБАТОРА ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Ю.А. Чадаев  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Для развития бизнес-инкубатора, информирования студентов, аспирантов, профессорско-преподавательского состава и жителей тульского региона о деятельности ИнБИ, поиска проектов проведены следующие мероприятия: участие в Зворыкинском проекте, II Тульском инновационном конвенте, инновационном конвенте ЦФО, а также совместно с некоммерческим партнерством «Тульская региональная Лига НТИП» проведена конференция «Инновационные наукоемкие технологии: теория, эксперимент, практические результаты». С целью повышения квалификации и обмена международным опытом сотрудники ТулГУ посетили бизнес-инкубаторы и технопарки агломерации городов Олбани и Нью-Йорка в США. На официальном сайте ТулГУ размещена информация о порядке отбора проектов и субъектов малого предпринимательства, программа развития инновационной структуры университета. Результатом стало рассмотрение 52 проектов и 89 научных работ на предмет создания малых инновационных предприятий по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации.

Услугами бизнес-инкубатора пользуются 9 малых предприятий. Для своего развития хозяйственные общества совместно с ТулГУ и бизнес инкубатором провели следующие мероприятия: помощь в создании бизнес-плана; презентация инновационных продуктов на международных технических выставках, таких как GeoMos 2010, WTC 2011; создание информационных порталов; оказание бухгалтерских и юридических услуг; участие в международных онлайн Интернет конференциях (Интермост ТулГУ-Олбани); проведение конференций и обучающих семинаров для федеральных и муниципальных образований Тульской области (семинары на тему «Новации законодательства о размещении заказов для государственных и муниципальных нужд»). Между ТулГУ и малыми предприятиями были заключены государственные контракты на разработку научной продукции. В результате было получено 10 патентов и свидетельств о государственной регистрации продуктов, являющихся инновационными разработками, соответствующие критериям программы инновационного развития ТулГУ. В декабре 2010 года пять малых инновационных предприятий Тульского государственного университета приняли участие в открытом конкурсе «Лучшие бизнес-идеи Тульской области», все 5 вышли победителями и получили грант в размере 225 тысяч рублей от Департамента предпринимательства и потребительского рынка Тульской области на закупку необходимого оборудования и реализацию инновационных проектов.

Численность работников бизнес-инкубатора составляет 8 человек, все являются студентами, аспирантами и молодыми учеными ТулГУ. Идёт постоянное повышение квалификации работников («Финансовый контроль инновационной деятельности», курсы повышения квалификации «Развитие бизнес-инкубаторов и ИТЦ», семинар-тренинг «Практика развития малого инновационного бизнеса»).

ТулГУ получил правительственный грант в размере 120 000 000 руб. По программе инновационного развития ТулГУ произойдет увеличение площадей бизнес-инкубатора с 200 до 1200 м<sup>2</sup>, в связи с этим в структурном подразделении «Инновационный бизнес-инкубатор» планируется объявить приоритет по поиску идей и РИД для создания новых малых предприятий и выращивания новых предпринимателей из числа аспирантов и молодых ученых ТулГУ.

Также планируется серия мероприятий направленных на поддержку существующих предприятий, ознакомление студентов, аспирантов, профессорско-преподавательского состава и представителей бизнеса Тульского региона о деятельности ИнБИ ТулГУ для укрепления связей ТулГУ как с малыми, так и с крупными промышленными предприятиями нашего региона, которые могут оказать поддержку инновационным инициативам Тульского государственного университета.

### **Список литературы:**

- 1. Федеральный закон 2 августа 2009г. №217 ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности»*
- 2. Федеральный закон от 24 июля 2007г. №209 ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации»*
- 3. Письмо Федерального агентства по образованию от 3 декабря 2009 г. N 20-1834*
- 4. Методические рекомендации по созданию бюджетными научными и образовательными учреждениями высшего профессионального образования хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности*
- 5. Письмо Федерального агентства по образованию от 21 декабря 2009 г. N 20-1876*
- 6. Рекомендации по созданию хозяйственных обществ ВУЗами и научными учреждениями.*

# ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ПОСТРОЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ КАК СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КОНФЛИКТОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ

А.В. Кузнецов, Д.И. Троицкий  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Конфликтология занимается практически исключительно вопросами социальных конфликтов, не уделяя должного внимания проблематике конфликтов профессиональных интересов (КПИ). Классическим определением конфликта является: «конфликт – наиболее острый способ развития и завершения значимых противоречий, возникающих в процессе социального взаимодействия, заключающийся в противодействии субъектов конфликта и сопровождающийся их негативными эмоциями по отношению друг к другу» [1]. Очевидно, что такое определение неприменимо к КПИ, т.к. здесь речь идет не о социальном, а о профессиональном взаимодействии. К тому же КПИ является объективным явлением и не несет негативной окраски, а представляет собой инструмент поиска оптимальных проектных решений. Поэтому необходимо дать определение КПИ, выявить его основные свойства и выполнить моделирование КПИ. Предлагается следующее определение:

КПИ – объективное противоречие, возникающее в ходе производственной деятельности акторов (участников конфликта) и вызванное различными целями деятельности акторов, а также их взаимозависимостью при принятии решений.

На производстве участниками конфликта чаще всего становятся: конструктор, технолог, технолог-нормировщик и нормо-контролер.

К возникновению конфликта профессиональных интересов приводят различные цели и сценарии поведения участников производства. Существуют 3 основных вида конфликтов:

1. Конфликт между технологом и конструктором. Причиной такого конфликта является то, что конструктор при изготовлении конструкции, не заинтересован в оптимальном использовании всех возможных ресурсов предприятия и оптимизации технологии изготовления, что ведет к неэффективности предложенной технологии или невозможность ее реализации со стороны технолога.
2. Также возникает конфликт между технологом-нормировщиком и конструктором, причиной чему может служить неверный и не подходящий для нынешнего состояния производства выбор материалов, предложенный конструктором, который влечет за собой не рентабельность изготовления данной конструкции.

3. Конфликт между нормо-контролером и конструктором, чаще всего возникает из-за несоблюдения конструктором норм при изготовлении конструкции, в виду не достаточной осведомленности конструктора в сфере норм и стандартов данного производства или нарушения поставленных норм.

Всех перечисленных выше участников конфликтов объединяет наличие необходимости согласования предложенных изменений конструкции с представителем заказчика изделия, на почве чего возникает ряд конфликтов. Представитель заказчика может не согласиться с внесением корректировок, если посчитает, что это отрицательно отразится на качестве изделия и не будут соблюдены требования заказчика.

Разрешение конфликта – это процесс нахождения взаимоприемлемого решения проблемы, имеющей личностную значимость для участников конфликта и на этой основе гармонизация их взаимоотношений [2].

Построение траектории обучения акторов, направленной на предотвращение КПИ, заключается в непосредственном решении причин возникновения конфликтов. Для этого необходимо:

1. На стадии разработки конструкции, конструктору, выбрать наиболее оптимальную технологию ее изготовления, которую возможно осуществить на данном производстве. Это позволит избежать конфликта между технологом и конструктором.
2. Для предотвращения появления конфликтов между конструктором и технологом-нормировщиком, конструктор при выборе материалов должен в первую очередь руководствоваться возможностями предприятия, и проведя соответствующий анализ, выбрать наиболее подходящий материал для изготовления конструкции.
3. Решение конфликта между нормо-контролером и конструктором осуществляется путем, осведомления конструктора о произведенных изменениях в нормах и стандартах для изготовления конструкций. Это может осуществляться по средствам периодических собраний, совещаний, где нормо-контролеры могли проводить обучающую деятельность по отношению к конструкторам.

Данное построение траектории обучения способно решить ряд проблем, касающихся конфликтов профессиональных интересов на производстве, тем самым оптимизировать работу предприятия и наладить его дальнейшую работу.

### Список литературы

1. Дедов. Д.И. *Конфликт интересов* / Д.И. Дедов. – М.: Волтерс Клувер, 2004. – 288с.
2. Саати Т.Л. *Математические модели конфликтных ситуаций* / Т.Л. Саати. – М., 1997. – 319с.

## КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБУЧЕНИЯ НА ТРЕНАЖЁРНЫХ КОМПЛЕКСАХ ПВО

С.В. Большаков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Банальная истина: «делать дело необходимо, но не достаточно, так как надо делать его ещё и своевременно, укладываясь в отведенное время». Если пренебречь этой банальностью, то «цель уничтожит объект». Из этого вытекает следствие о необходимости введения нормативов времени на выполнение заданий.

Аппарат оценки качества будет работать достаточно адекватно и при завышенных нормативах, так как позволит проградуировать каждое выполняемое задание по шкале от 0 до 1 с точностью оценки, например, до сотых.

Из двух обучаемых операторов более высокую оценку будет иметь тот, который выполнит задание быстрее. Введение таких оценок позволит объективно расположить операторов в порядке их успеваемости, а также расположить в порядке «успеваемости» задания по данному оператору, что позволит акцентировать внимание на «узких местах», уделяя им большее время в процессе тренировок. Нормативы могут быть, при желании, уточнены «на местах» в целях получения более контрастной картины качества подготовки операторов.

В простейшем случае в качестве норматива можно принять максимальное значение времени выполнения задания  $T_{\max}$ .

Что касается самой оценки качества выполнения задания ( $I_{\text{оц}}$ ):

- если при выполнении задания допущена хотя бы одна «грубая» ошибка (искажившая до необратимости выполнение задания), оценка качества обучения принимается равной нулю ( $I_{\text{оц}} = 0$ );
- если при выполнении задания «грубых» ошибок не допущено, но время выполнения превысило норматив ( $t > T_{\max}$ ), оценка качества обучения также принимается нулевой ( $I_{\text{оц}} = 0$ );
- в остальных случаях оценка производится по простейшей формуле:
- 

$$I_{\text{оц}} = 1 - \frac{(1 - K_H) \times t}{T_{\max}},$$

где  $t$  – время выполнения задания,

$K_H$  – принятая константа ( $0.3 < K_H < 0.5$ ),

определяющая «скачок удовлетворения».

В самом деле, при  $t = T_{\max}$  оценка  $I_{\text{оц}}$  не должна быть нулевой. Если не вводить в рассмотрение  $K_H$  (т.е. принять  $K_H = 0$ ), то при  $t = T_{\max}$  оценка  $I_{\text{оц}}$  будет равна нулю, что противоречит логике «точного вписывания» в норматив.

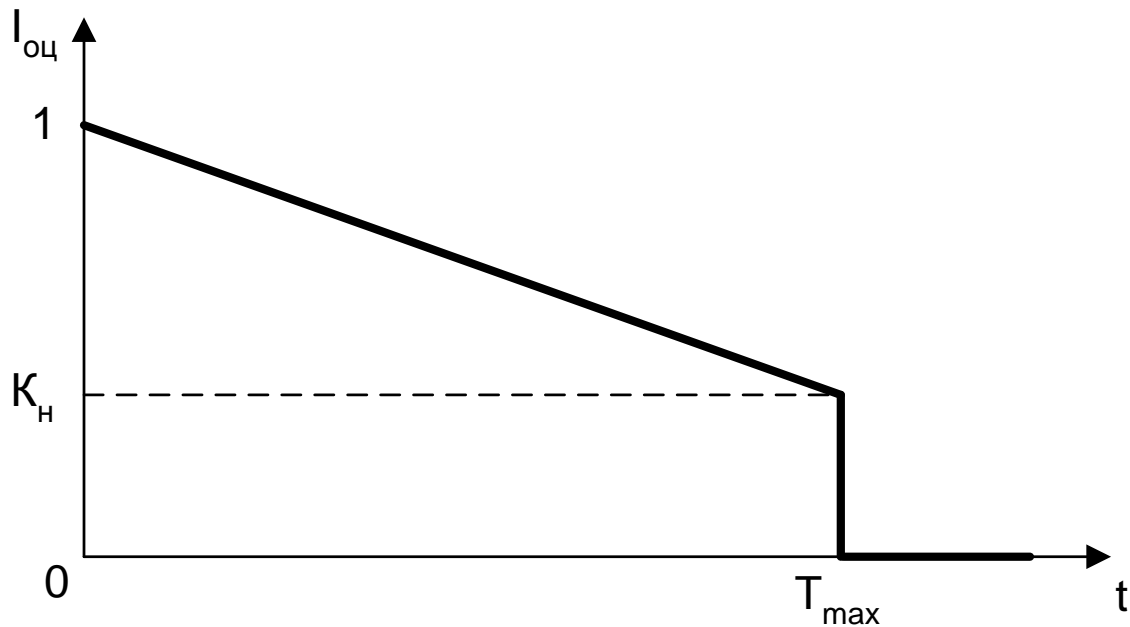


Рис. 1. Простейшая оценка качества выполнения задания

В качестве примера можно привести следующие данные:

Принята константа удовлетворения  $K_H = 0.3$ . Принято, что для данного задания  $T_{\max} = 100$  секунд, а фактическое время выполнения задания составило 30 секунд. Тогда оператору будет выдана оценка:

$$I_{\text{оц}} = 1 - (1 - 0.3) \times 30/100 = 0.79.$$

Приведенная на рисунке 1 оценка качества, несмотря на ее простоту и нечувствительность к завышению норматива  $T_{\max}$ , имеет один существенный недостаток: она принципиально не способна достичь своей верхней границы равной 1. Теоретически это возможно только при времени выполнения задания равном 0, что невозможно. Так как верхняя граница оценки не имеет четкой определенности, то не имеет четкого определения, например, и задание порога успеваемости.

В качестве свободной от этого недостатка оценки можно привести оценку вида:

$$I_{\text{оц}} = \begin{cases} 1, & \text{при } t \leq T_{\min}; \\ 1 - \frac{(1 - K_H) \times (t - T_{\min})}{T_{\max} - T_{\min}}, & \text{при } T_{\min} < t \leq T_{\max}; \\ 0, & \text{при } t > T_{\max} \text{ или при наличии непоправимых ошибок;} \end{cases}$$

График данной оценки представлен на рисунке 2.



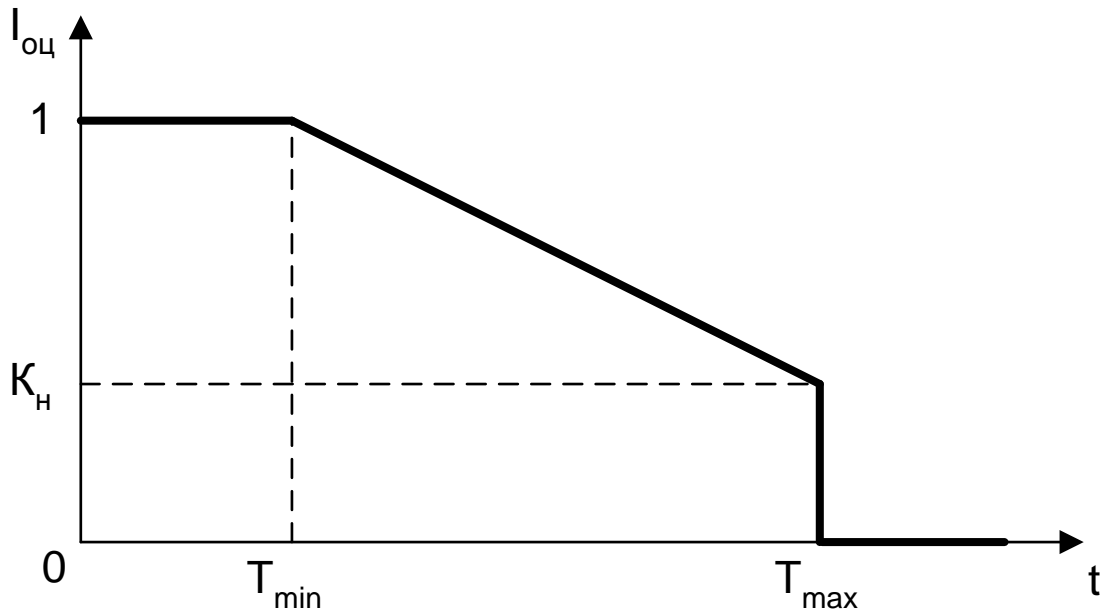


Рис. 2. Интервальная оценка качества выполнения задания

Данная оценка предполагает наличие норматива выполнения задания в виде интервала  $[T_{min}, T_{max}]$ . Эта оценка при  $T_{min} = 0$  сводится к предыдущей оценке качества и поэтому наследует ее нечувствительность к завышению норматива  $T_{max}$ . Но оценка чувствительна к нормативу  $T_{min}$ : при завышенных значениях  $T_{min}$  произойдет «обезразличивание» операторов (т.е. вырождение оценок в единичные значения). Таким образом, при пользовании данной оценки норматив  $T_{min}$  не должен быть эфемерным, а должен соответствовать уровню высококвалифицированного оператора. Эта оценка при уточнении «на местах» в процессе многочисленных тренировок, безусловно, даст более наглядную картину качества подготовки обучаемых операторов, чем предыдущая.

### Список литературы

1. Богуславский И.А. Прикладные задачи фильтрации и управления. – М.: Наука, 1983. – 400 с.
2. Теслинов А.Г. Развитие систем управления: методология и концептуальные структуры. – М.: Глобус, 1998. – 229 с.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛОНАСС ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ НАЗЕМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КОСМИЧЕСКОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА**

П.Н. Берёзко, И.А. Милюков, А.А. Толстов

Российский государственный университет инновационных технологий  
и предпринимательства,  
г. Москва

Для реализации стратегических приоритетов России и развития партнерских отношений с Республикой Казахстан в космической сфере необходимо эффективно использовать результаты космической деятельности. Основу этих отношений составляет эксплуатация космодрома Байконур. В настоящее время здесь совместными усилиями двух стран создается Космический ракетный комплекс "Байтерек" (КРК) [1]. Проект КРК не предусматривает широкого применения навигационных технологий при эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры (НКИ). В то же время в России уже достигнут высокий уровень этих технологий – создана Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) [2]. Существующий уровень эффективности и безопасности эксплуатации объектов НКИ может быть повышен за счет расширения областей применения и развития спутниковых навигационных технологий на основе российской ГЛОНАСС. Востребованность спутниковых навигационных технологий для решения практических задач на объектах КРК определяется возможностями использования сигналов для как можно более точного определения трех координат местоположения, трех составляющих вектора скорости и положения временной шкалы потребителя относительно системного времени ГЛОНАСС. Таким образом, применение ГЛОНАСС для мониторинга объектов НКИ является решением задачи повышения эффективности и безопасности функционирования КРК «Байтерек».

Для выработки обоснованных рекомендаций по применению ГЛОНАСС для мониторинга состояния объектов наземной космической инфраструктуры КРК "Байтерек" необходимо учитывать, что все объекты находятся в зоне влияния климатических факторов, обусловленных географическим местоположением КРК, и эксплуатационных факторов, связанных с особенностями процесса запуска ракет космического назначения.

Космический ракетный комплекс "Байтерек" создается в Республике Казахстан на территории космодрома Байконур в равнинной полупустынной местности с резко континентальным климатом, характеризующимся значительными суточными и сезонными перепадами температур (от +40°C летом до -35°C зимой), сильными ветрами, песчаными бурями, высокой агрессивностью почв, специфической гидрологической обстановкой, обусловленной близостью крупной реки Средней Азии Сырдарья.

Отмеченные факторы оказывают существенное отрицательное влияние на многие параметры и характеристики, определяющие состояние объектов наземной космической инфраструктуры КРК "Байтерек", вызывая значительные температурные деформации объектов, силовые нагрузки (в том числе ветровые), вибрацию и деформацию земной поверхности в непосредственной близости от стартовых установок, вблизи водных источников и другие воздействия.

Авторами проведен подробный анализ объектов наземной инфраструктуры КРК "Байтерек", включая технический комплекс и универсальный стартовый комплекс. Определен состав, назначение и особенности объектов и технологического оборудования технического комплекса и универсального стартового комплекса КРК ракеты космического назначения.

Выполнена классификация объектов наземной космической инфраструктуры КРК с позиций мониторинга их состояния и проведена оценка целесообразности и необходимости мониторинга положения, взаимного пространственного линейного и углового положения, целостности, деформации, отклонений, колебаний, вибрации, скорости перемещения объектов, их временных параметров.

На основании результатов анализа объектов наземной инфраструктуры КРК и анализа существующих и перспективных возможностей ГЛОНАСС по мониторингу состояния различных объектов народного хозяйства с учетом влияния вышеперечисленных внешних воздействий на объекты, определяющих их состояние и работоспособность, разработаны практически рекомендации по использованию спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС для мониторинга состояния различных объектов наземной космической инфраструктуры космического ракетного комплекса "Байтерек".

В настоящее время развитие ГЛОНАСС достигло достаточного для эффективной эксплуатации уровня, как с точки зрения расчетной точности навигационного сигнала (функционируют 24 спутника), так и с позиции навигационной аппаратуры пользователя. Тем не менее, применение навигационной техники для мониторинга объектов НКИ затруднено из-за отсутствия необходимого количества специалистов, в том числе высшей квалификации [3].

### **Список литературы**

1. *Межправительственное соглашение Российской Федерации и Республики Казахстан «О создании на космодроме «Байконур» космического ракетного комплекса «Байтерек» (от 22 декабря 2004 г.)*.

2. *Мальшев В.В., Куришин В.В., Ревнивых С.Г. Введение в спутниковую навигацию: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008. –192 с.*

3. *Алифанов В.П., Соколов В.П., Милюков И.А. Перспективы развития новой научной специальности "Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности".- Материалы международной конференции "Человек – Земля – Космос", посвященной 50-летию со дня полета в космос Ю.А. Гагарина. – Калуга: ООО "Ваш домЪ", 2011. с. 6 – 7.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ, РЕСУРСО И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НА СТАДИИ РЕКТИФИКАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАПРОЛАКТАМА**

А.Л. Чеботарев, В.М. Панарин, В.П. Мешалкин, В.И. Саломыков,  
А.А. Горюнкова, Н.Н. Климова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Циклогексанон является промежуточным продуктом при производстве капролактама.

Для обеспечения получения циклогексанона-ректификата повышенного качества, отгонка его производится под вакуумом на ректификационных колоннах. Колонны работают под вакуумом, так как во – первых, возрастает относительная летучесть циклогексанона к циклогексанолу, во – вторых, уменьшается температура кипения смеси, что позволяет снизить конденсацию аннона в дианон.

Дистиллят ректификационных колонн поступает через промсклад в цех капролактама на стадию оксимирования, а кубовая жидкость (тяжело - кипящие компоненты внизу колонны) направляется через промсклад в цех окисления в качестве абсорбента. Возможна подача кубовой жидкости на питание других колонн.[2].

Качество циклогексанона – ректификата контролируется газохроматографическим анализом. Кроме того, аналитически определяется перманганатное число, которое указывает на присутствие в продукте окисляемых примесей, в первую очередь эфиров.

Для увеличения перманганатного числа в колонны подается небольшое количество водного раствора едкого калия.

В условиях более высоких температур в кубах этих колонн происходит расщепление летучих сложных эфиров.

На ОАО «Щёкиноазот» разработаны специальные колонны ректификации, отличающиеся тем, что до реконструкции колонна К-3 имела 65 колпачковых тарелок, а циклогексанон-ректификат производился на двух параллельно работающих колоннах циклогексанона-сырца. В результате реконструкции колонна К-3 была оборудована специальной высокопроизводительной и высокоэффективной регулярной пакетной насадкой фирмы «KOSH-GLITSCH» с конфигурацией рифления «Х» (60°) и установкой распределителей по газовой и жидкой фазе. При этом весь процесс осуществлялся на одной колонне, а колонны К-12 и К-4 выведены в резерв.[1].

Принципиальная технологическая схема колонны ректификации №3 цеха циклогексанона производства капролактама приведена на рисунке.

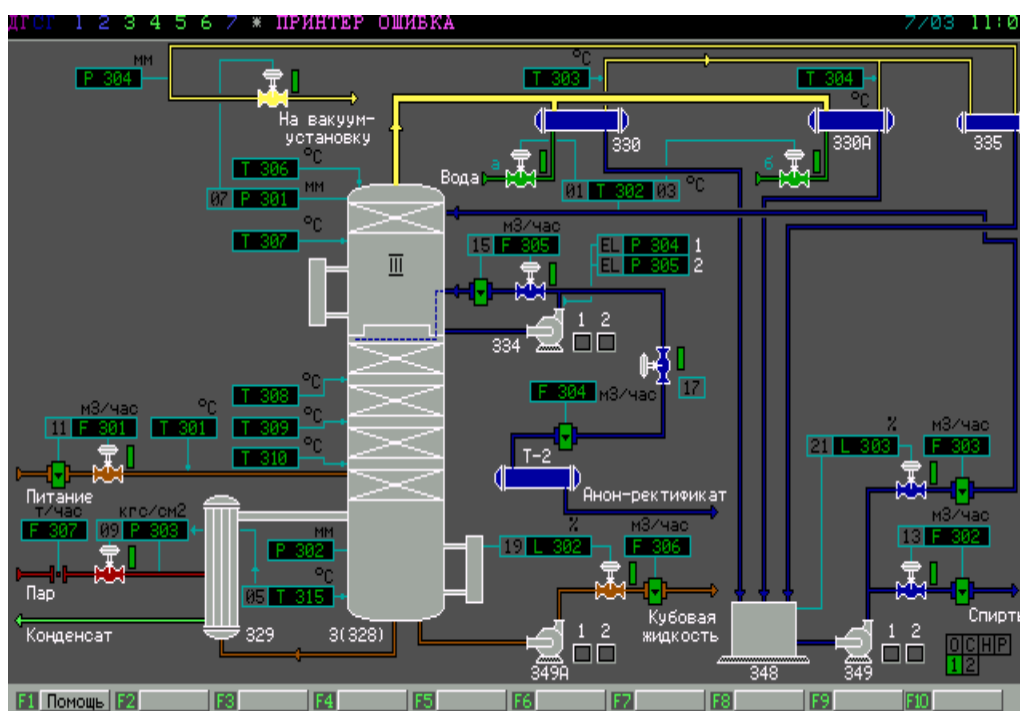


Рис. 1 Принципиальная технологическая схема колонны ректификации № 3 цеха циклогексанона производства капролактама

Ректификационная вакуумная колонна 3 (поз.328) имеет 5 пакетов насадки. На питание колонны поступает кубовая жидкость спиртовых колонн (циклогексанон-сырец). Режим работы:

- остаточное давление верха колонны 40-80мм рт.ст.;
- остаточное давление куба колонны 100мм рт. ст.;
- температура верха колонны -80 °С;
- температура куба колонны -110 °С.

Контроль процесса осуществляется путём измерения температур по высоте колонны (температура над 5 пакетом -80 °С), над 4 пакетом -90 °С, над 3 – 100°С, над полуглухой тарелкой -82 °С), в кубе и на верху колонны, ведутся измерения остаточного давления верха и куба колонны.

Необходимое для ректификации тепло подводится в испаритель (поз.329), греющий агент – водяной пар с давлением не более 13,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Необходимая температура в кубе поддерживается постоянной регулятором давления, клапан которого установлен на линии пара в испаритель (поз.329).

Пары дистиллята поступают в конденсаторы поз. 330, 330А, где конденсируются и охлаждаются до температуры не более 65 °С.

Не сконденсировавшиеся пары направляются в хвостовой конденсатор.

В конденсаторы (поз. 330, 330А,335) в качестве хладоагента подаётся обратная вода.

Дистиллят из конденсаторов поступает в сборник (поз.348). Постоянный уровень в сборнике (поз.348) регулируется автоматически регулятором уровня, клапан которого установлен на линии верхней флегмы колонны.

Максимальный и минимальный уровень в сборнике (поз.348) сигнализируется на ЦПУ. Количество отбираемой спиртовой фракции на питание спиртовой колонны регулируется регулятором расхода (F-302).

Заданное количество верхней флегмы, подаваемой в колонну поддерживается автоматически постоянным регулятором расхода, клапан которого установлен на линии нагнетания насосов (поз.349 1,2).

Уровень в кубе колонны поддерживается автоматически регулятором уровня, клапан которого установлен на линии нагнетания насосов (поз. 349А 1,2).

Максимальный и минимальный уровень сигнализируется на ЦПУ. Кубовая жидкость колонны с массовой долей аннона не менее 20% центробежным насосом (поз.349А 1,2) подаётся на промсклад, или на питание другой колонны.

Отбор циклогексанона-ректификата осуществляется с полуглухой тарелки насосом (поз.334 1,2). Постоянный уровень на полуглухой тарелке регулируется автоматически регулятором уровня, клапан которого установлен на линии выдачи дистиллята. Дистиллят (циклогексанон-ректификат с массовым содержанием не менее 99,95 %) через теплообменник (поз. Т-2) поступает в ёмкости промсклада. В случае отклонения качества циклогексанона-ректификата от ГОСТа предусмотрен его приём в резервную ёмкость. Заданное количество нижней флегмы (под полуглухую тарелку) поддерживается автоматически постоянным регулятором расхода, клапан которого установлен на линии нагнетания насосов (поз. 334 1,2).

С учётом особенностей технологического процесса разработана автоматизированная (компьютерная) система управления технологическим процессом ректификации с использованием разработанных новых алгоритмов оптимального управления химико-технологическими процессами с запаздыванием, защищённых ав. св. №789478, 371560,1043587 и др. Разработанная система управления полностью обеспечивает автоматическое управление, сигнализацию и блокировку всего технологического процесса.

Ожидаемые технико-экономические показатели были подтверждены в ходе эксплуатации колонны К-3, в части качества циклогексанона-ректификата и гарантированных нагрузок. Компьютерная система стабилизировала процесс выделения циклогексанона. Это позволило за счет использования тепла конденсации спиртовой фракции на колонне получения циклогексанона снизить нормы расхода теплоэнергии на 32 тыс.Гкал/год, а также сократить эксплуатационные расходы. Экономический эффект от реконструкции стадии ректификации составил 10 млн. руб./год. [2].

Аналогичная технология внедряется в отделении ректификации производства метанола и может быть применена в процессах ректификации с высокими скоростями потока жидкостей, высоким давлением, а также в традиционных системах ректификации работающих в условиях разрежения или под атмосферным давлением. Например, на предприятиях: «Гродноазот», «Тольяттиазот», «Кемеровоазот», «Черкассаязот» и др.[3].

### Список литературы

1. Мешалкин В.П. В сб. Тез. докл. II Всес. Конф. «Повышение эффективности совершенствования процессов и аппаратов химических производств», - Харьков, 1985, - 11-12 с.

2. Мешалкин В.П., Кафаров В.В. Методы автоматизированного синтеза высокоэффективных теплообменных систем и систем ректификации. Сер. «Современные проблемы химии и химической технологии». – М.: НИИТЭХИМ, - 1983, Вып. 12 (150), 50 с.

3. Мешалкин В.П., Товаржнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы теории ресурсосберегающих интегрированных химико-технологических систем, - Харьков: «НТУ-ХПИ», 2006, - 412 с., ил.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

В.М. Панарин, А.А. Горюнкова, А.А. Белоусов  
Тульский государственный университет,  
Тула

Системный анализ не есть какой-то конкретный метод. Это стратегия научного поиска, которая использует математические концепции, математический аппарат в рамках систематизированного научного подхода к решению сложных проблем.

Рассмотрим применение поэтапного моделирования на примере исследования возникновения и процесса развития чрезвычайной ситуации (ЧС), связанной с выбросом опасных химических веществ.

Детальное рассмотрение чрезвычайных ситуаций техногенного характера проводят после анализа всего процесса формирования поражающих факторов, наносящих ущерб человеческим и материальным ресурсам. Можно выделить следующие четыре этапа развития чрезвычайной ситуации.

Первым этапом является высвобождение накопленной энергии или запасов вредного вещества вследствие возникшей там аварии, которое характеризуется следующим:

- а) что высвобождается;
- б) откуда или из чего оно истекает;
- в) каким образом это случилось или происходит.

Основное внимание должно уделяться физико-химическим свойствам вещества, количеству высвобожденного вещества и динамике (изменению во времени) рассматриваемого процесса распространения в окружающей среде.

Возможны такие основные варианты ответа на эти вопросы:

а) вещество — газообразное, жидкое, газокапельное или порошкообразное, которое может быть инертным и неинертным или меняющим и не меняющим свое агрегатное состояние после высвобождения;

б) из оборудования или транспортных систем (компрессора, насоса, трубо- или газопровода, цистерны и др. емкостей) через образовавшуюся в них трещину либо отверстие;

в) практически мгновенно (залповый выброс), непрерывно — с постоянным или переменным расходом и эпизодически — регулярно или случайным образом.

Задачами системного анализа и моделирования этого этапа служит прогнозирование таких параметров, как количество внезапно или постепенно высвободившегося вредного вещества, интенсивность и продолжительность истечения, а также плотность потока тел либо частиц.

Второй стадией является неконтролируемое распространение (трансляция) потоков вредных веществ в окружающую среду и перемещение в ней, особенности которого обусловлены в том числе еще и спецификой пространства, заполняемого веществом. Чаще всего это пространство может быть трехмерным (атмосфера, водоем, почва), иметь заполнение — неоднородное или однородное, неподвижное или подвижное (несущую среду), обладать фактически бесконечными размерами или ограничиваться другой средой, способной поглощать или отражать вещества.

С учетом данного обстоятельства возможны различные сочетания существенных для процессов энергомассообмена и потокообразования факторов, приводящих к различным сценариям, начиная с растекания жидких веществ по твердой поверхности и завершая заполнением всего пространства смесью аэрозоли, газа и/или жидкости.

Задачами системного анализа и моделирования этого этапа служит прогнозирование процесса распространения облака вредного вещества с учетом следующих параметров в дополнение к указанным: подвижность атмосферного воздуха (скорость ветра, скорость переноса, вертикальная устойчивость), характер подстилающей поверхности (рельеф местности, шероховатость поверхности).

Третьим этапом является их дальнейшее физико-химическое превращение (трансформация) с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние. Трансформация аварийно высвободившихся запасов вредного вещества зависит от большого числа указанных выше факторов и их вероятных сочетаний. Однако доминирующее положение среди них занимают те физико-химические свойства распространившихся в новой среде продуктов выброса, которые характеризуют их взаимную инертность. В противном случае в образовавшихся или изменившихся под их воздействием объемах пространства возможны не только различные фазовые переходы типа «кипение — испарение» но и химические превращения в форме горения или взрыва, сопровождающиеся большим выделением энергии. Выделяют два случая:

- большие проливы аварийно химических опасных веществ,



- заполнения их парами сравнительно небольших объемов воздушного пространства.

И в том и в другом случае могут создаваться топливовоздушные смеси, способные к трансформации в одной или нескольких из упомянутых выше форм («кипение - испарение», «горение/взрыв»). Например, залповый выброс значительного количества сжиженного углеводородного газа сопровождается практически мгновенным испарением с образованием смеси, способной затем (после контакта с открытым огнем) взорваться или интенсивно сгореть.

Целью системного анализа и моделирования данного этапа рассматриваемого процесса служит прогнозирование не только характера трансформации вредных веществ, рассеянных в результате аварии, но и поражающих факторов, обусловленных последующим превращением в новой для них среде.

Четвертым этапом является разрушительное воздействие (адсорбция) первичных потоков и/или наведенных ими поражающих факторов на не защищенные от них объекты. На данном этапе происходит изучение поражающего воздействия первичных и вторичных продуктов аварийного выброса на незащищенные от них людские, материальные и природные ресурсы (собственно нанесение ущерба). Основными используемыми при этом исходными данными являются параметры:

а) поражающих факторов (перепад давления во фронте воздушной ударной волны, концентрация токсичных веществ, интенсивность тепловых и ионизирующих излучений, плотность потока и кинетическая энергия движущихся осколков),

б) потенциальных жертв (стойкость и живучесть конкретных объектов, с учетом частоты или длительно вредного воздействия на них и качества аварийно-спасательных работ).

Методы системного анализа позволяют рассмотреть весь процесс чрезвычайной ситуации как одно целое, учитывая всевозможные параметры как объекта ЧС, так и окружающей среды, влияющей на процесс развития ЧС.

### Список литературы

1. Белов П. Г. *Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Петр Григорьевич Белов.* — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 512 с.

2. Пискунов А. *ЧС: стратегия предотвращения / Пискунов А. // Военный экономический журнал.* - 1994. - № 6. - С.21-23.

## ЭНЕРГОАУДИТ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт международной академии наук по экологии,  
безопасности человека и природы,  
г. Тула

Экспертизе может быть подвергнут любой промышленный или любой другой объект любой сложности и технологии производства независимо от отрасли промышленности и формы собственности предприятия. По каждому конкретному объекту в зависимости от характера производства и сложности технологического процесса.

Проведение энергоаудита и сопряженных с ним экспертиз позволит выявить существующие проблемы производства и решить их силами проверяющей организации. В зависимости от характера и сложности технологического процесса, применяемого на конкретном объекте, и реального положения дел по результатам экспертизы могут быть выданы рекомендации по исправлению сложившегося положения или реконструкции объекта в заданном направлении.

Рекомендации всегда реальные и могут быть реализованы силами ООО «Смилва» при соответствующем финансировании со стороны организации-заказчика или бюджета субъекта федерации или федерального бюджета в зависимости от сложности решаемой задачи и размеров объекта.

Экспертами проверяется, прежде всего, соответствие реального положения дел на объекте действующим правилам и нормам, принятым в этой отрасли. В случае выявления каких-либо нарушений или недостатков возможна выдача рекомендаций по следующим направлениям:

- разработка проекта реконструкции объекта;
- проведение строительного ремонта зданий;
- проведение ремонта фильтров, котлов, трубопроводов, другого оборудования и коммуникаций;
- замена фильтрующих материалов, ионнообменных смол или каких-либо сорбентов на более прогрессивные или совершенные;
- поставка приборов, их госповерка и ремонт;
- разработка и поставка комплексов очистных сооружений, сооружений водоподготовки и очистки воды под питьевые, технические или технологические цели;
- обучение или переподготовка технического, ремонтного или технологического персонала;
- утилизация любых видов отходов, их вывоз на последующую переработку.

Возможны любые другие виды работ в зависимости от сложившейся ситуации.

В современном мире существует комплекс взаимосвязанных проблем промышленных предприятий, решением которых обычно занимается служба

Главного энергетика. Традиционно, в компетенцию Главного энергетика входят вопросы электроснабжения, теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения. В службу Главного энергетика традиционно входит эколог, и, соответственно, проблемы оборотного водоснабжения, рационального водоотведения и очистных сооружений. Вопросы вентиляции в настоящем материале не рассматриваются.

В современном мире, когда непрерывно растут тарифы на электрическую и тепловую энергию, на воду и за штрафы за сброс неочищенных стоков энергоаудит приобретает для промышленных предприятий большое значение. Ревизоров заводы традиционно не любят. По результатам проверок, традиционно, кого-то наказывают. Но энергоаудит в современном мире делает доброе дело – по результатам проверок выдаются рекомендации, направленные на устранение выявленных недостатков.

В ходе экспертизы при проведении энергоаудита обычно проверяют вопросы использования электроэнергии, тепловой энергии, состояние энергетических объектов, таких как котельная и трансформаторная подстанция, утечки воды, состояние канализационных коллекторов и очистных сооружений.

Часто, в ходе подобного рода экспертизы выявляются недостатки, сопряженные с другими службами и подразделениями завода, на которые Главный энергетик напрямую не влияет. Например, служба по надзору за состоянием зданий и сооружений. Вода с протекающей крыши может капать на трансформатор, находящийся под напряжением. В таких случаях есть риск неожиданного взрыва трансформатора. Часто утечка тепла происходит через разбитые окна, заклинившие механизмы закрывания фонарей и оконных проемов. Акт экспертизы обычно приводит к тому, что эти недостатки устраняют.

Отдельно следует упомянуть о состоянии такого энергетического объекта, как котельная. При проведении экспертизы проверяют состояние котла, водоподготовки и тепловых сетей. Часто бывает, что на стенках котлов наблюдаются карбонатные или любые другие отложения. В таком случае падает коэффициент теплопередачи и неоправданно возрастает расход топлива. Проверке так же подлежит коррозия котла. Интенсивная коррозия котла часто чревата разрывом стенки котла, что может привести к взрыву. В таких случаях котел нужно просто менять. Отложения на стенках котлов подлежат удалению путем ежегодной промывки. Но это по правилам. А практически котлы часто не промывают.

Отдельный объект экспертизы – водоподготовка. В паспорте каждого котла определена максимальная жесткость воды, при которой допускается эксплуатация этого котла. В случае превышения жесткости воды, подаваемой в котел к качеству рабочего тела, на стенках котла образуются отложения. Для снижения жесткости воды предназначена водоподготовка. Водоподготовка включает фильтрацию воды, катионирование и анионирование. От работы этих стадий зависит состав воды, и, соответственно, состояние котла.

Наиболее часто встречающиеся недостатки комплекса водоподготовки на котельных:

- 1) устаревшие, и, как следствие малоэффективные типы фильтров;
- 2) отсутствие дезинфекции насадки фильтра и, как следствие развитие в песке, используемом в качестве насадки, различных биологически активных веществ;
- 3) отсутствие обеззараживания воды;
- 4) использование на ионообменных фильтрах устаревших типов ионообменных смол;
- 5) состояние клапанов и задвижек.

Работу комплексов водоподготовки контролирует лаборатория. От оснащения лаборатории, квалификации сотрудников и качества их работы зависит точность и правильность контроля комплекса водоподготовки. Экспертизе подлежит лаборатория. Лаборатория должна быть сертифицирована. Экспертизе подлежат методики анализов. Методики должны быть аттестованы. Приборы лаборатории должны пройти госповерку. Необходимо проверить квалификацию лаборантов и начальника лаборатории.

Отдельной экспертизе должны быть подвергнуты теплосети. Осмотру подлежит изоляция труб, состояние запорно-регулирующей арматуры. Трубы должны быть окрашены в стандартные цвета.

По результатам экспертизы мы в состоянии не только выдать рекомендации, но и исправить по отдельным договорам все выявленные недостатки. Мы поставляем как комплексы водоподготовки, так и отдельные фильтры, грузочный материал, а так же проводим комплексы пусконаладочных работ по всем видам работ. По лаборатории мы в состоянии обновить как лабораторию целиком, так и отдельные приборы, а так же обучить лаборантов работе на этих приборах.

В случае необходимости проведения строительного ремонта организация-заказчик вправе нанять любую строительную организацию или отдельных строителей. После выполнения всех намеченных мероприятий или комплексов работ мы проводим повторную экспертизу с выдачей экспертного заключения.

Конечным этапом всех работ является измерение температуры во всех обогреваемых помещениях или комплексах зданий, обогреваемых котельной.

В случае, если котельная обогревается газом, экспертизе подлежит все газовое хозяйство, начиная с магистрального газопровода, к которому подключен изучаемый объект.

В случае, когда котельная топится мазутом или дизельным топливом, экспертизе подлежит все топливное хозяйство. Экспертизе подлежит состояние резервуаров, соблюдение правил эксплуатации резервуаров, а так же состояние очистных сооружений. Очистные сооружения на большей части объектов либо отсутствуют, либо находятся в неисправном состоянии. Очистные сооружения часто устаревшей конструкции. Мы в состоянии выполнить полный комплекс работ по очистке резервуара от отложений, а так же поставить комплектный комплекс очистки нефтесодержащих сточных вод, находящийся в закрытом вагончике.

При экспертизе объекта, имеющего пожароопасный статус, независимо от того, газом топится котельная или мазутом, необходимо проверить

противопожарную обстановку на объекте. Соответствие реального положения дел правилам противопожарной эксплуатации, особенно тщательно следует проверять состояние резервуаров, насосного хозяйства, состояние трубопроводов топлива.

Отдельно следует проверить состояние очистных сооружений. Открытых поверхностей с нефтесодержащей пеной не должно быть.

При выявлении, каких либо отклонений ООО «Смивла» в состоянии поставить огнетушители или любое другое оборудование, а так же закрытый герметичный комплекс очистки нефтесодержащих сточных вод. Комплекс работает на электрохимическом принципе очистки воды и обеспечивает очистку нефтесодержащих стоков до 0,05 мг/л по нефтепродуктам.

Проведение экспертизы по вопросам экологической безопасности и энергоаудита при выполнении выданных рекомендаций позволит:

- снизить расход электрической и тепловой энергии;
- избежать штрафов за сброс неочищенных сточных вод или хранение токсичных отходов;
- повысить уровень промышленной и противопожарной безопасности;
- снизить риск возникновения аварийных ситуаций и несчастных случаев.

Перечень нормативных документов на соответствии которым будет проверен промышленный объект приведен в списке использованных источников.

### Список литературы

1. *Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ПБ 10-574-03.*

2. *Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления ПБ 12-529-03.*

3. *Правила устройства и безопасной паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (115 °С).*

4. *Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных промышленных труб ПБ 03-445-02.*

5. *Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок ПТЭ ТЭ.*

6. *Правила устройства и безопасности трубопроводов пара и горячей воды ПБ 10-573-03.*

7. *Правила эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ).*

8. *Правила эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей.*

9. *Федеральный Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» ФЗ № 116 от 21.07.1991.*

## СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ОТ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ВЫПУСКА ДВС

Г.И. Калабухов

Московский государственный технический университет «МАМИ»,  
г. Москва

Повышенный уровень шума является одной из важнейших проблем, ухудшающих экологическую обстановку в городе. Площадь территорий Москвы, подверженных постоянному сверхнормативному шумовому воздействию, превышает 60 %. Одним из наиболее распространенных источников шума является транспорт: автотранспорт, железнодорожный транспорт и наземные линии метро, авиатранспорт, строительная техника. Превышение нормативов по шуму различными видами транспорта в среднем составляет 20 дБ(А). Следует также учитывать, что городской транспорт, использующий жидкие топлива, потребляет большое количество нефтепродуктов, что неблагоприятно сказывается на экономичности и экологичности. В этой связи проблема улучшения глушителей шума выпуска ДВС становится чрезвычайно важной.

В целях улучшения характеристик транспортных средств (ТС) по шуму и их экономических и экологических показателей было принято решение при разработке глушителей шума выпуска ДВС уделить внимание возможным путям снижения потерь в глушителе, что, в свою очередь, благоприятно скажется на расходе топлива.

Для достижения поставленной цели автор проанализировал процессы сгорания топлива в ДВС и выпуска отработанных газов. В частности, на характеристики шума оказывают влияние: плотность газа на выпуске  $\rho_{вып}$ , противодавление среды  $P_{сп}$ , в которую происходит истечение, температура отработанных газов. Замерена интенсивность акустического излучения в процессе газообмена, определяющаяся параметрами рабочего процесса, особенностями конструкции ДВС; суммарная акустическая мощность процесса выпуска  $W$  (Вт). Автором изучена связь конструктивного исполнения глушителя с его эффективностью. Рассмотрены типовые элементы современных глушителей шума выпуска их эффективность и влияние на характеристики ДВС.

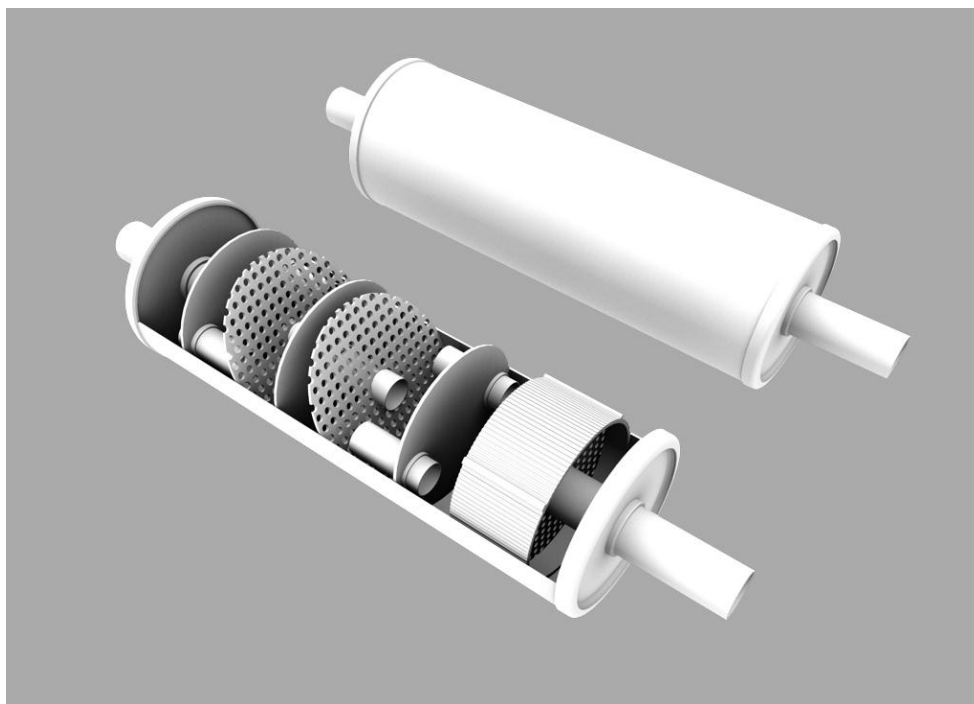


Рис. 1 Спроектированный глушитель для дизеля ЯМЗ–236

В работе рассматриваются причины возникновения шума, его спектральный состав; излагаются возможные методы снижения возникающего шума; проведен анализ влияния противодавления, создаваемого глушителем, и на характеристики двигателя; представлены зависимости коэффициента наполнения, коэффициента остаточных газов от противодавления; проведен ряд расчетно-экспериментальных исследований акустической мощности, излучаемой дизелем ЯМЗ-236; выполнен комплекс расчетно-экспериментальных исследований по созданию глушителя оптимальной конструкции для дизеля ЯМЗ–236; произведена оптимизация конструкции разрабатываемого глушителя.

В результате проведенных исследований и расчетов спроектирован глушитель шума выпуска отработанных газов для дизеля ЯМЗ–236, обеспечивающий снижение акустической мощности, излучаемой дизелем, на 20 дБ(А).

При этом в созданном глушителе обеспечиваются минимальные потери мощности ДВС – 2 %, снижен расход топлива на 1,5 %. Благодаря оптимизации конструкции глушителя и изменения места его установки в выпускном тракте, улучшен коэффициент наполнения на некоторых режимах работы, снижен коэффициент остаточных газов. Все эти меры позволяют не только уложиться в современные нормативы по шуму ТС, но и обеспечивают улучшение мощностных, экономических и экологических показателей ДВС. Снижение уровня звуковой мощности позволит существенно снизить шум на рабочем месте водителя, что благоприятно скажется на его работоспособности и качестве выполняемых работ.

## Список литературы

1. Алексеев С.П., Казаков А.М., Колотилов Н.Н. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1970. – 208с.
2. Аэрогидромеханический шум в технике. / Под ред. Р. Хиклинга – М.; Мир, 1980. – 336с.
3. Иванов Н.И. Борьба с шумом, вибрацией и акустическим загрязнением окружающей среды. – Л.; ЛДНТП, 1987. – 92с.
4. Луканин В.Н., Гудцов В.Н., Бочаров Н.Ф. Снижение шума автомобиля. – М.: Машиностроение, 1981. – 158с.
5. Луканин В.Н. Шум автотракторных двигателей внутреннего сгорания. – М.; Машиностроение, 1971. – 271с.
6. <http://www.mosecom.ru/noise/>
7. <http://www.estateline.ru/legislation/726>.

## ФЕРМЕНТ ЛАККАЗА ИЗ БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА *FUNALIA TROGII*

А.А. Клепиков, М.М. Шамцян

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
г. Санкт-Петербург

подавляющее большинство лакказ относится к так называемым «голубым» медьсодержащим белкам, способным восстанавливать молекулярный кислород непосредственно до воды без образования в качестве промежуточного продукта перекиси водорода или каких либо других кислородных интермедиатов. Данный фермент возможно использовать в целлюлозно-бумажной промышленности для делигнификации бумажной пульпы; при создании биосенсоров; детоксикации и обесцвечивания сточных вод; отбеливании тканей; в органическом синтезе; производстве моющих средств; в косметической промышленности и других областях [1].

Объектом наших исследований являлись штаммы 30-и культур базидиальных грибов.

Скрининг штаммов на наличие оксидазной активности проводился в два этапа. При поверхностном культивировании с галловой кислотой (0,4 %) по методу Бавендамма [2]. Культуры, образующие наибольшие по диаметру окрашенные зоны (проявление оксидазной активности), отбирали для дальнейших исследований. А также при глубинном культивировании в колбах Эрленмейера объемом 750 мл с объемом среды 150 мл на круговой качалке. Активность фермента в культуральной среде определяли



спектрофотометрически при 410 нм с использованием пирокатехина в качестве субстрата (цитратный буфер рН=4,96).

В результате проведенного в два этапа скрининга был отобран в качестве наиболее перспективного продуцента лакказы штамм гриба *Funalia trogii*. Для данного продуцента изучено влияние ряда индукторов: катионы меди, гваякол, таннин, феруловая, сиреневая и синаповая кислоты, синингалдазин, 2,5-ксилидин, вератрол, бензиловый спирт, аскорбиновая кислота, рутин, древесные опилки, солома, пектин, солодовые ростки.

### Список литературы

1. Рабинович М. Л., *Теоретические основы биотехнологии древесных композитов.* – М. : Изд. Наука, 2002. - 344 с.

2. *Über das Vorkommen und den Nachweis von Oxydasen bei holzerstorenden Pilzen / W. Bavendamm // Ztschr. Pflanzenkh. und Planzenschutz Bd. – 1928. - № 38. – P. 257-276.*

## ОСОБЕННОСТЬ ВЫВЕДЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ИЗ БИВНЯ МАМОНТА, ПАЗАЗИТОВ ИЗ РАСТЕНИЙ, ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

А.Г. Кудрин  
ООО РЕЭО,  
г. Благовещенск

*Описаны свойства слабоионизированных растворов воды. На примере минерализованных костей мамонта, растений, человека показаны свойства католита питьевой воды, полученной в электроактиваторе Влада 3.2 в смеси с шампунями и шунгитной водой, аэрозолей, холодного тумана. Сделано предположение, что в желудочно-кишечном тракте человека, как и у птиц возможны превращения веществ, в частности, тяжелых металлов, радионуклеидов.*

Случайно извлекая осколок кости мамонта, препятствующий вытеканию католита питьевой воды после электрохимической активации в электроактиваторе Влада 3,2 обратили внимание, что фрагмент кости мамонта легко удерживается на поверхности воды незначительным количеством пузырьков, прилипших к костному фрагменту. Обнаруженная легкость костного фрагмента мамонта послужила основой сравнения веса после вымачивания приблизительно одинакового веса фрагментов в католите питьевой воды и обычной воде из-под крана(1-10).

## Материал

2 фрагмента бивня мамонта, найденного при вскрытии золотоносного грунта.

Черенки березы, дуба, леспиденции, осины. Католит питьевой воды в смеси с шампунем, шунгитной водой. Аэрозоли, замачивание, холодный туман из смесей католита, шампуня и шунгитной воды.

## Методика

Фрагменты бивня мамонта предварительно взвешивались, а затем выдерживались в католите питьевой и обычной воды из-под крана в течение суток. В последующем просушивались на батарее для отопления при температуре 52 С<sup>о</sup> в течение суток для удаления остатков влаги. Повторное взвешивание фрагментов, регистрация ОВП, минерализации водных растворов накануне и после вымачивания. Аэрозоли, замачивание, холодный туман из смесей католита, шампуня и шунгитной воды(41,42,43).

## Результаты исследования

После вымачивания при комнатной температуре в католите из электроактиватора Влада 3.2 и последующего просушивания костный фрагмент бивня мамонта достоверно был легче, а минерализация католита питьевой воды больше. При вымачивании в воде из-под крана достоверных изменений веса кости мамонта и минерализации не обнаружили. Губительны многократные и участвовавшие рукотворные лесные пожары в таежной местности. Минерализация из-за сгорания поверхностного слоя плодородных почв, ранее накапливающихся многие годы. Выживание растительных паразитов в коре, листьях плодов растений между периодами вегетации и зимовки провоцируют заболевания растений. Эрозии, размывание оголившегося песка. На рисунке 1 - картина, написанная под впечатлением увиденного после многократных пожаров в таежном лесе.



Рис.1. Во что превращается живописная грибная лесная дорога после пожара

Обсуждение результатов и выводы.

Изучая при комнатной температуре ионизированные с слабокислым или щелочным показателем pH и высоким отрицательным числовым показателем ОВП водные растворы в подобной среде способствуют закаливанию.



Рис.2. Купание автора на крещение в проруби реки Зея у города Благовещенска на Амуре

Минерализованные биологические объекты в обычной водопроводной воде при комнатной температуре достоверно освобождаются от накопленных минералов и становятся легче. Подобного не наблюдалось при вымачивании костей бивня мамонта обычной водопроводной водой. Повидимому поэтому

организм человека и подобные живые организмы сохраняют слабо щелочную ионизированную среду (44). Прием препаратов цинка, центральных адренохолинолитиков и сочетание перечисленных веществ с католитом питьевой воды избирательно повышают тонус сфинктеров и увеличивают микроциркуляцию в почках. Увеличение кровотока в микроциркуляторном русле подтверждается повышенным мочеотделением. По этому поводу интересны результаты исследований о способности живых организмов птиц расщеплять и создавать новые вещества(11-41). Возможно это относится и к расщеплению тяжелых металлов, им подобных радионуклеидов у человека.

#### Выводы

1. Слабоионизированная среда способствует выведению минералов.
2. Выведению минералов способствует как слабо кислая, так и слабо щелочная среды с высоким числовым показателем ОВП.
3. Замачивание, аэрозоли, холодный туман с католитом питьевой воды в смеси с шампунями и шунгитной водой позволяют предупреждать выживание паразитов и способствуют выращиванию растений в комнатных условиях.

#### Список литературы

1. Болотов Б.В., Болотова Н.А., Болотов М.Б. Устройство для настройки универсальных магнитных функциональных преобразователей // Бюлл. изобр. 1970. № 30. Авт. свидетельство № 282757.
2. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре. - М.: Наука, 1996.
3. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. - М.: Физматгиз, 1958.
4. Смирнов В.И. Курс высшей математики. - М.: Наука, 1969.
5. Смирнов В.И. Курс высшей математики. - Т. 3. Ч. 2. М.: Наука, 1969.
6. Болотов Б.В., Болотова Н.А., Болотов М.Б. Способ получения влагоконденсирующих веществ. - Ассоциативный комитет изобретений «Привилегия». - М.: Свидетельство № 0555520 от 27 июля 1992 .
7. Добрынина В.И. Биологическая химия. - М.: Медицина, 1976.
8. Стрелко В., Бутылин Ю. Болезни цивилизации лечит уголь // Наука и жизнь. - 1986. - № 12. - С. 50-53.
9. Глазунов М.Ф. и др. Злокачественные опухоли. Т. 1, 2, 3. Л.: Медгиз, 1947.
10. Warburg V. О современном состоянии проблемы рака. 7, 1927,1.
11. Му сил Я., Новикова О., Куңз К. Современная биохимия в схемах. - М.: Мир, 1984.
12. Болотов Б.В. Бессмертие — это реально. - СПб.: Контур М, 1994.
13. Болотов В.В. Способ ускорения частиц и передачи информации. — Заявка на изобретение №754747/26, от 7 декабря 1961 г.
14. Болотов Б.В. Здоровье человека в нездоровом мире. - М.: Воентехлит, 2001.
15. Петров Н.Н., Холдин С.А. Злокачественные опухоли. - Ленинградское объединение: Медгиз, 1952.

16. Болотов Б.В. *Пройдя сквозь боль*. - М.: *Природа и человек*, 2001.
17. Хойн О., Уокер Н., Болотов Б.В., Шоненбергер В. *Соко-лечение*. - Киев: РИФ «Дзвиг»; МП «Колаж», 1993.
18. Погожева Л., Погожее Г. *Правила академика Болотова*. - СПб.: Питер, 2001.
19. Погожева Л., Погожее Г. *Питание по Болотову*. - СПб.: Питер, 2001
20. Погожева Л., Погожее Г. *Очищение по Болотову*. - СПб.: Питер, 2002.
21. Погожева Л., Погожее Г. *Лечение по Болотову*. - СПб.: Питер, 2002.
22. Погожева Л., Погожее Г. *Здоровье по Болотову*. - СПб.: Питер, 2002.
23. Болотов Б. В., Любецкий А. *Верю в бессмертие*. - М.: *Природа и Человек; Свет*, 1995.

## **АКУСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ПОТОКА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ВО ВПУСКНОМ ТРАКТЕ ДВС**

В.М. Фомин, М.В. Хергеледжи  
МГТУ «МАМИ»,  
г. Москва

Акустическое моделирование нестационарного потока газовой среды во впускном тракте ДВС дает возможность повышения выходного крутящего момента на заранее определенном участке скорости вращения коленчатого вала или увеличение крутящего момента по сравнению с ранее установленным диапазоном скоростей. С разработкой системы, резонирующей на определенных частотах, большой заряд воздуха может войти в камеру сгорания, при этом повышается коэффициент наполнения двигателя, как результат имеем прирост мощностных характеристик. Резонансные эффекты могут влиять как на впуск, так и на выпуск, имеющимися волнами давления, которые воздействуют на впускные и выпускные клапана в определенное время в цикле.

Для получения предельного коэффициента наполнения в требуемом диапазоне частот вращения коленчатого вала интересно использовать объемные резонансные системы наддува. Простейшая объемная система резонансного наддува представляет собой резонатор Гельмгольца. Эта система генерирует периодические гармонические колебания потока газов резонатора. Однако сам двигатель производит периодические негармонические колебания. Поэтому с использованием данной системы не достигается максимально возможные амплитуды колебаний, что приводит к ослаблению резонанса, и как следствие слабому наполнению цилиндров.

В связи с этим для достижения максимального уровня энергетических показателей ДВС разрабатывается опытная резонансная впускная система,

которая позволит эффективно использовать энергию колебаний газового потока на впуске для осуществления предельно возможного наполнения цилиндров на заранее заданном рабочем диапазоне частот вращения вала ДВС. С этой целью предусматривается возможность автоматической настройки резонаторного узла по условию их четкого согласования с фазами газораспределения двигателя.

Для решения поставленных задач предлагается вариант модели впускной системы, в основу которой был положен принцип преобразования акустического импеданса. В основу разработки алгоритма этой модели были положены уравнения сохранения импульса, массы и состояния:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \rho_0 \nabla u = 0, \quad (1)$$

$$\rho_0 \frac{\partial u}{\partial \tau} = -\nabla p, \quad (2)$$

$$p = \frac{\beta}{\rho_0} \rho, \quad (3)$$

где  $\rho$  - акустическая плотность;  $\rho_0$  - плотность воздуха;  $\nabla$  - оператор Лапласа;  $u$  - локальная скорость;  $\tau$  - время;  $p$  - акустическое давление;  $\beta$  - объемный модуль упругости среды.

При анализе волновых явлений во впускном трубопроводе ДВС, обычно, исходят из волновых уравнений, которые могут быть получены из уравнений 1,2,3. Волновое уравнение для давления имеет вид:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 p}{\partial \tau^2} = 0, \quad (4)$$

Общее решение дифференциального уравнения в частных производных второго порядка (4) (решение Даламбера) имеет вид:

$$p(x, \tau) = f(x - c\tau) + g(x + c\tau), \quad (5)$$

Акустическое сопротивление, или акустический импеданс  $Z$ , - это коэффициент, связывающий между собой акустическое давление и колебательную скорость частиц среды. Акустический импеданс для постоянной волны, определяемый соотношением:

$$Z(x, \tau) = \frac{p(x, \tau)}{u(x, \tau)}, \quad (6)$$

Полученное значение  $Z(x, \tau)$  справедливо для любого участка трубы с текущей координатой  $x$ . В частности, для трубы, которая открыта на обоих концах, уравнение имеет вид:

$$Z_0 = \frac{Z_L + jZ \tan(kL)}{1 + j \frac{Z_L}{Z} \tan(kL)}, \quad (7)$$

где  $Z_0$  и  $Z_L$  являются акустическим импедансом для входного участка трубы ( $x=0$ ) и выходного ( $x=L$ ) соответственно.

Акустический импеданс при совмещении нескольких, например, трех труб может быть найден с помощью уравнения:

$$Z_3 = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}}. \quad (8)$$

Доказательством этого служит хорошо известная аналогия, используемая при описании параллельного сопротивления в электрической и тепловой моделях.

### Список литературы

1. Скучик Е. Основы акустики / Под ред. Л.М. Лямшева. – М.: Мир, 1976.- 520 с.
2. Теория волновых процессов: Акустические волны: Учебной пособие / И.П. Соловьянова, С.Н. Шабунин. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004.
3. Matthias Alex «Air Intake Development - Effects of Coupled Fluid/Structure Modes» SAE Paper 2001-01-1431, 2001.

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДСТВ

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНО-НАКОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Н. Шафорост  
Тульский государственный университет,  
Тула

Основной задачей при проектировании транспортной системы является сокращение объема подъемно-транспортных операций и снижение трудозатрат при заданном объеме работ.

В производственных системах (ПС) важнейшую роль играет транспортно-накопительная система (ТНС), без которой невозможно эффективное функционирование автоматизированного производства, так как она является основным организующим и связующим звеном производственного процесса.

Для комплексного анализа ТНС производственных систем разнородные технологические, технические и организационно-экономические показатели целесообразно свести в единую математическую модель. С наибольшим эффектом в этом смысле может быть использован морфологический метод поиска технических решений [1], который состоит из морфологического анализа технических систем и морфологического синтеза [2].

Для решения задачи морфологического синтеза оптимального варианта ТНС из большого количества методов дискретной оптимизации целесообразно применять так называемый метод «ветвей и границ» [3].

Для всей группы алгоритмов, входящих в общую схему метода ветвей и границ, характерным является применение следующей основной идеи: последовательное использование конечности множества вариантов решения задачи и замена полного их перебора направленным. Полного перебора удастся избежать за счет отбрасывания неперспективных множеств вариантов, т.е. таких, которые заведомо не могут содержать искомого оптимального решения задачи.

Методика генерации, анализа и отбора вариантов предполагает отсеивание невыгодных (бесперспективных) вариантов на начальных стадиях их построения. Поскольку при отсеивании бесперспективных вариантов отсеивается и множество их продолжений, то происходит значительная экономия времени в вычислительной процедуре.

Отсеивание бесперспективных вариантов осуществляется с использованием матрицы бинарных отношений совместимости элементов. Окончательное решение об эффективности полученного варианта транспортной системы целесообразно принимать на основании результатов имитационного



моделирования выбранной транспортной системы, осуществляемого с использованием общецелевой системы имитационного моделирования GPSS.

При разработке моделирующей программы использован модульный принцип, согласно которому GPSS – программа представляется совокупностью самостоятельных и сравнительно небольших программных сегментов (модулей). Каждый из модулей выполняет определенную функцию и может быть подвергнут корректировке или полной замене без внесения поправок в другие модули. Имитационная модель состоит из четырех сегментов.

Первый сегмент модели: отказы основного и вспомогательного оборудования.

Второй сегмент модели: формирование заявок на обслуживание склада. В этом сегменте имитируются проводимые в течение обслуживаемых смен транспортные операции по загрузке и выгрузке склада.

Третий сегмент модели: формирование заявок на обслуживание основного технологического оборудования.

Четвертый сегмент модели: сегмент таймера. По истечении заданного времени моделирования из блока «GENERATE V $\diamond$ MOD» выходит транзакт, завершающий процесс моделирования.

При моделировании имитировалась двусменная работа участка с одной автономной сменой. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что синтезированный вариант отличается высокой загрузкой основного технологического оборудования, транспортной системы и позволяет выполнить годовую программу обработки деталей. Следует отметить, что коэффициент использования ТНС, полученный моделированием, соответствует определенному ранее.

Т. о. представленный подход к автоматизации проектирования транспортных систем позволяет осуществить анализ максимального числа их возможных альтернативных вариантов и выбрать среди них оптимальный по критерию минимума приведенных затрат на создание и эксплуатацию транспортной системы при сокращении сроков проектирования и повышении качества получаемых проектных решений; на основании результатов имитационного моделирования полученной транспортной системы, осуществляемого с использованием общецелевой системы имитационного моделирования GPSS, можно принять окончательное решение об эффективности этого варианта.

### Список литературы

1. Одрин В.М. *Морфологический синтез систем. Состояние вопроса: методы выбора и оценки // Автоматизация поиска новых технических решений.* – Горький, 1980.

2. Анцев В.Ю., Шафорост А.Н. *Методика структурно-параметрического синтеза транспортно-накопительных систем промышленных предприятий // Вестник ТулГУ. Серия «Актуальные вопросы механики».* 2011. Вып. 7. Тула: Изд-во ТулГУ. С 3-12.

3. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. 2-е изд. доп. и перераб. – Киев: Наук, думка, 1988. – 472 с.

## **КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КРАНОВ**

Ю.О. Вобликова, Н.Н. Стрекалова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Вопросы, связанные с повышением безопасности при эксплуатации ГПМ, на сегодняшний день являются актуальными, т.к. большая часть парка этих машин выработала свой нормативный ресурс и их использование возможно лишь после оценки их состояния и остаточного ресурса. К наиболее часто встречающимся дефектам можно отнести усталостные трещины в несущих металлоконструкциях. Учитывая, что разрушение м/к может привести к весьма серьезным последствиям, разработано достаточно большое число методов и средств для обнаружения усталостных трещин. Большинство методов позволяют обнаружить трещину, когда она достигнет довольно больших размеров. Учитывая, что наличие трещин в несущих м/к не допускается более правильным является подход, основанный на прогнозировании момента образования макротрещин (линия Френча на кривой усталости). Также следует отметить, что трещины возникают не бессистемно, а в конкретных точках м/к, где условия нагружения провоцируют их возникновение. Такие места потенциального зарождения трещин можно определить одним из способов: взять за основу накопленный статистический материал или рассчитать крановую м/к методом конечных элементов. Современные пакеты САПР позволяют построение и расчет таких моделей (например APM или ANSYS). Строго говоря, нагружение крановой м/к является случайным процессом. Однако для определения потенциальных мест разрушения по конечно-элементной модели можно задаться усредненными нагрузками, возникающими в процессе выполнения краном типичного рабочего цикла. Данное упрощение можно считать допустимым, с учетом расчета ресурса мест разрушения в относительных единицах.

По данным ВНИИПТМАШ наиболее часто образование трещин металлоконструкций мостовых кранов наблюдается в следующих узлах:

в концевых балках - трещины в районе букс ходовых колес; первый очаг - сварной шов, соединяющий вертикальную стенку с нижним поясом в месте резкого изменения сечения концевой балки; второй очаг - вырезы в вертикальных стенках под болтовые соединения букс;

в узле сопряжения главной балки с концевой; независимо от типа конструкции узла сопряжения трещины наблюдались в вертикальных стенках

главных балок в районе боковых Т-образных накладок; трещины берут свое развитие от острых углов накладки;

в главных балках - в верхнем поясе, в районе устройства стыков тележечного рельса; в районе резкого изменения поперечного сечения - перехода нижнего пояса от наклонной части к горизонтальной (соединения стенки с нижним поясом); на вертикальной стенке в местах приварки кронштейнов, поддерживающих рабочие площадки, особенно в районе установки на них механизмов;

в креплении перил к торцевому листу концевой балки;

в креплении редуктора механизма передвижения - место приварки кронштейна к вертикальной стенке концевой балки и к настилу площадки;

в креплении кабины машиниста - трещины в полках уголков и косынок крепления кабины к мосту крана.

Для реализации разработанных на кафедре методов диагностики усталостных повреждений крановых металлоконструкций, основанных на применении методов оптической рефлектометрии расчет потенциальных мест разрушения является ключевым моментом. Для анализа нагрузок, возникающих при работе мостового крана проводилось исследование конечно-элементной модели. В процессе работы на металлоконструкцию мостового крана учитывали воздействие вертикальной нагрузки  $F_v$ , горизонтальной нагрузки  $F_r$  и продольной нагрузка  $F_n$ . Проведенные исследования конечно-элементной модели мостового крана позволили выделить ряд областей, в которых максимальные эквивалентные напряжения превышают общий фон значений. Причем, за один типичный цикл нагружения, с учетом динамики данного процесса, происходит многократное силовое воздействие на выделенные области. Как правило, это области, в которых наблюдается определенная концентрация напряжений. Она может быть вызвана рядом факторов: конструктивным, технологическим и эксплуатационным. Всего было выделено 22 области. Эти области показаны на рисунке.

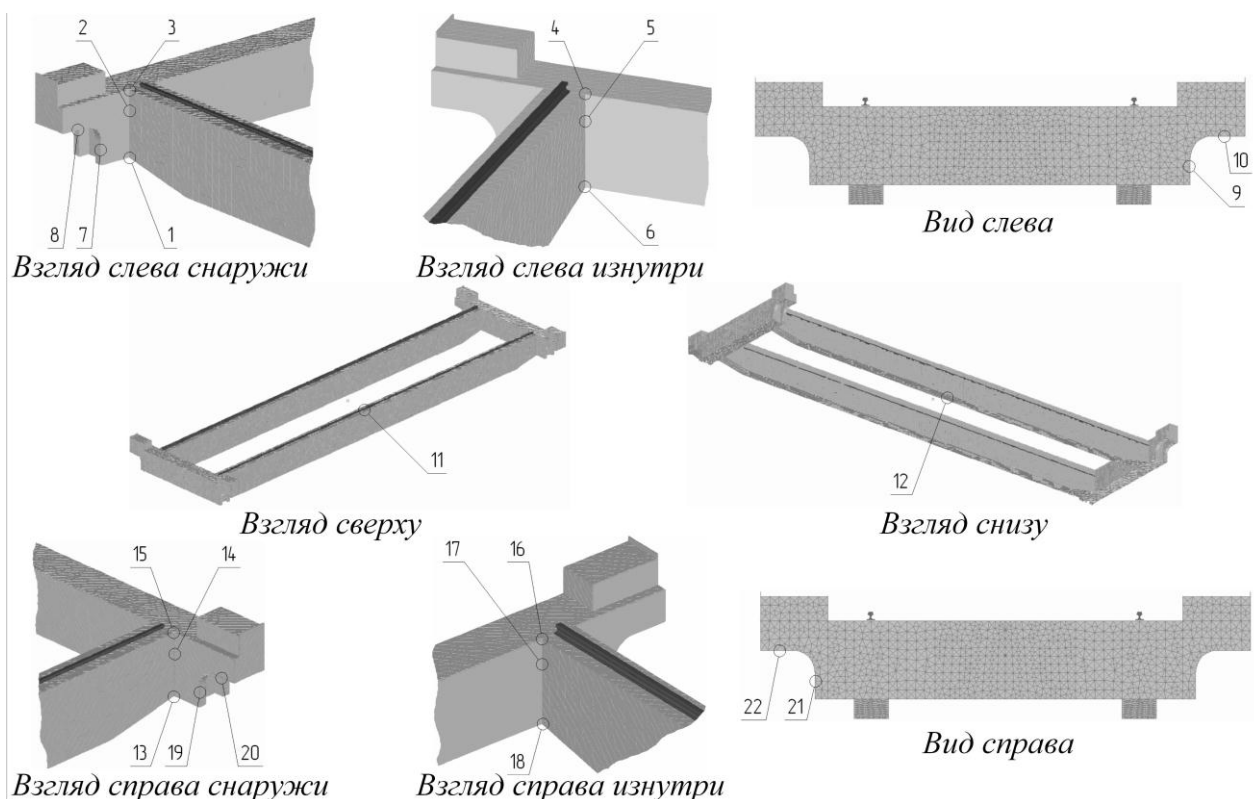


Рис. 1 Исследуемые области металлоконструкции мостового крана

Для оценки опасности возникновения усталостных трещин и ранжирования областей по моменту их возникновения можно воспользоваться линейной моделью накопления поврежденности. Для реализации предлагаемой методики строят конечно-элементную модель металлоконструкции и на ней моделируют ее нагружение приложением переменных значений силовых факторов. Анализируют пиковые значения эквивалентных напряжений в узлах металлоконструкции и выбирают потенциальные места зарождения трещин. Для выбранных мест проводят схематизацию процесса нагружения (разложение на отдельные циклы), рассчитывая при этом асимметрию циклов. В зависимости от концентрации напряжений и НДС в местах потенциального зарождения трещин определяют параметры для построения кривых усталости (базовое число циклов, предел выносливости, показатель степени кривой усталости). Анализируя спектр нагружения в местах потенциального зарождения трещин определяют повреждающие и неповреждающие циклы путем сравнения рассчитанного предела выносливости с действующими амплитудами напряжений. Для повреждающих циклов по уравнению кривой усталости рассчитывают примерное число циклов до возникновения магистральной трещины критического размера и переводят полученное число циклов в относительные единицы (относительный ресурс). Используя линейную модель накопления поврежденности, проводят суммирование относительных ресурсов для каждого места потенциального зарождения трещин, и затем переводят обратно в абсолютные единицы, получая, таким

образом, ресурс (число циклов) до возникновения магистральной трещины критического размера.

Зная класс использования и режим нагружения крана можно расчётным путём определить момент возникновения магистральной трещины критического размера в выбранной области, и тем самым повысить безопасность при его эксплуатации.

### Список литературы

1. *Диагностирование грузоподъемных машин / В.И. Сероштан, Ю.С. Огарь, А.И. Головин и др.: Под ред. В.И. Сероштана, Ю.С. Огаря. – М.: Машиностроение, 1992. – 192 с.*
2. *Александров М. П. Подъёмно – транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1985. – 520 с.*

## МЕТОДЫ РАСЧЕТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПРОДУКТАХ СГОРЕНИЯ

С.С. Белл  
МГТУ «МАМИ»,  
г. Москва

Улучшение показателей ДВС при одновременном обеспечении необходимого уровня экологических требований к ним представляет собой одну из наиболее важных проблем современного двигателестроения. Широкое распространение получила нейтрализация отработавших газов (ОГ) в выпускной системе автомобиля [2]. Практическая реализация применения современных нейтрализаторов сопровождается рядом трудностей. Нерешенными остаются многие вопросы теоретического обоснования основных параметров и рабочих его процессов. Улучшение процесса сгорания, оптимизация систем управления составом смеси и величиной угла опережения зажигания позволяет заметно снизить токсичность ОГ до допустимых пределов.

Целью данной работы связана с разработкой методологии расчетного определения токсичных компонентов в продуктах сгорания. Задачи работы связаны с анализом тенденций развития автомобилестроения, анализ химических реакции и продуктов сгорания, а также с разработкой методологии расчета равновесного состава продуктов сгорания.

В процессе сгорания скрытая химическая энергия топлива превращается в тепловую энергию рабочего тела [1].

Основные требования к процессу сгорания могут быть сформулированы тремя положениями: 1) наиболее полное сгорание топлива; 2) наилучшее оптимальное протекание сгорания во времени - использование кислорода воздуха;

Эти требования вызываются стремлением получить высокий КПД (малый удельный расход топлива) и большую удельную мощность двигателя [2].

В общем случае в составе ОГ двигателей могут содержать следующие компоненты:  $O$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $C$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_nH_mO$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ ,  $HNO_3$ ,  $HCN$ ,  $H$ ,  $OH$ ,  $H_2O$ .

Для определения содержания указанных компонентов необходимо составить систему из 18 уравнений. Для этого используем 14 уравнений равновесия и три уравнения материального баланса. Уравнения равновесия:

$$K_1 = \frac{p_O}{p_{O_2}^{1/2}} \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{p_{O_3}}{p_{O_2}^{3/2}} \quad (2)$$

$$K_3 = \frac{p_H}{p_{H_2}^{1/2}} \quad (3)$$

$$K_4 = \frac{p_C p^{1/2}_{H_2}}{p^2_{H_2O}} \quad (4)$$

$$K_5 = \frac{p_{OH}}{p_{O_2}^{1/2} p_{H_2}^{1/2}} \quad (5)$$

$$K_6 = \frac{p_C p_{O_2}}{p_{CO_2}} \quad (6)$$

$$K_7 = \frac{p_C p^{1/2}_{O_2}}{p_{CO}} \quad (7)$$

$$K_8 = \frac{p_C p_{H_2}^2}{p_{CH_4}} \quad (8)$$

$$K_9 = \frac{p_N}{p_{N_2}^{1/2}} \quad (9)$$

$$K_{10} = \frac{p_N p_O}{p_{NO}} \quad (10)$$

$$K_{11} = \frac{p^{1/2}_{O_2} p_{NO}}{p^2_{NO_2}} \quad (11)$$

$$K_{12} = \frac{p^{1/2}_{N_2} p^{3/2}_{H_2}}{p_{NH_3}} \quad (12)$$

$$K_{13} = \frac{(13)(p^3_{NO} p_{H_2O})}{p^2_{HNO_2}} \quad (13)$$

$$K_{14} = \frac{p^{1/2}_{O_2} p_{NO}}{p^2_{NO_2}} \quad (14)$$

$K_1 - K_{14}$  - константы ;  $p$  – парциальное давление соответствующего компонента

Степень каталитического превращения различных газов в нейтрализаторе оценивают коэффициентом преобразования

$$K_i = (c_{i\text{ вх}} - c_{i\text{ вых}}) / c_{i\text{ вх}} \times 100 \% \quad (15)$$

где  $K_i$  – коэффициент преобразования  $i$ -того компонента;  $c_{i\text{ вх}}$  и  $c_{i\text{ вых}}$  – концентрация  $i$ -того компонента на входе и на выходе из нейтрализатора соответственно.

Максимальная величина преобразования  $K_i$  одновременно по трем компонентам достигается при работе ДВС при работе на обогащенной смеси вблизи ее стехиометрического состава ( $\alpha=0,98-0,99$ ), т.е. количество кислорода освобождающегося при восстановлении ОГ.

уравнения материального баланса составляют на основе неизменности отношения количества атомов отдельных элементов в ходе реакции. Для составления уравнений используют отношения

$$\alpha_p = \frac{S_C}{S_O}; \quad \beta_p = \frac{S_O}{S_N}; \quad \gamma_p = \frac{S_C}{S_H} \quad (16)$$

Где  $S$ -число атомов соответствующих элементов.

При сжигании октана по стехиометрическим уравнениям для реакции октана  $\alpha_p = 0,32$ ;  $\beta_p = 0,26595$ ;  $\gamma_p = 0,444$ .

Если элементарный состав топлива отличается от состава октана (по отношению углерода и водорода), то необходимо ввести поправку в величины  $\alpha_p$  и  $\gamma_p$ . воспользуемся для этого стехиометрическим уравнением

$$x\text{C} + y\text{H} + z\text{O} + w\text{N} = n\text{CO}_2 + m\text{H}_2\text{O} + p\text{N}_2, \quad (17)$$

где  $x = n$  ;  $y = 2m$  ;  $z = 2n + m = 2x + y/2$

Отсюда:

$$\gamma_p = x/y ; \quad \alpha_p = \frac{x}{2x + \frac{y}{2}} = \frac{1}{2 + \frac{y}{2x}} = . \quad (18)$$

Если коэффициент  $\alpha$  при сгорании больше или меньше единицы ( $\alpha = 1$  стехиометрическом составе), то поправка вносится в величину  $\alpha_p$  по формуле

$$\alpha_p = \frac{S_c}{S_o} = 0,32 / \alpha \quad (19)$$

С учетом приведенного выше три уравнения материального баланса можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} \alpha_p &= (p_o + 2p_{O_2} + 3p_{O_3} + p_{OH} + p_{H_2O} + 3p_{HNO_3} + p_{CO} + 2p_{CO_2} + \\ &+ 2p_{NO_2} + p_{NO}) = p_c + p_{CO} + p_{CO_2} + p_{CH_4} + p_{HCN} ; \\ \beta_p &= (p_{NO_2} + p_N + 2p_{N_2} + p_{NO} + p_{NH_3} + p_{HNO_3} + p_{HCN} = p_o + 2p_{O_2} + \\ &+ 3p_{O_3} + p_{OH} + p_{H_2O} + 3p_{HNO_3} + p_{CO} + 2p_{CO_2} + 2p_{NO_2} + p_{NO}) ; \\ \gamma_p (p_H + 2p_{H_2} + p_{OH} + 4p_{CH_4} + p_{HNO_3} + \\ &+ p_{HCN}) = p_c + p_{CO} + p_{CO_2} + p_{CH_4} + p_{HCN} \end{aligned}$$

В уравнениях (20) -(22) количества атомов элементов выражены через парциальные давления.

### Список литературы

1. Звонов В.А. *Токсичность двигателей внутреннего сгорания* - М.: Машиностроение, 1981. - 160с.
2. *Международная научно-техническая конференция ААИ МГТУ «МАМИ» 2002*, b68 , b71 .
3. Шароглазов Б.А., Фарафонов М.Ф., Клементьев В.В. *двигателей внутреннего сгорания: теория моделирование и расчет процессов*, 2005. - 403с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ СИТУАЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ РЕСУРСОМ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

А.В. Анцев, Р.А. Ляшенко  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Проблема повышения эффективности производства и качества машиностроительных изделий является одной из важнейших в условиях роста конкурентоспособности изготавливаемой продукции на внутреннем и внешнем рынках. Анализ современного состояния проблемы свидетельствует и о необходимости повышения уровня качества производственных процессов, в том числе и процесса обработки резанием.

Для механической обработки характерны случаи, когда крайне важно обеспечить безотказную работу инструмента от начала до завершения процесса резания. Остановка оборудования в результате отказа инструмента и его замена до окончания процесса резания, как правило, вызывают брак и потерю заготовки. Для предотвращения неблагоприятных исходов обработки



целесообразно использовать ситуационное управление ресурсом режущего инструмента с учетом конкретной производственной ситуации.

Реализация ситуационного управления ресурсом режущего инструмента предполагает использование необходимой для этого информации [2]. К такой информации можно отнести ряд параметров технологического процесса операции, причем данные параметры можно разделить на три группы:

- 1) параметры, характеризующие партию в целом;
- 2) параметры, описывающие используемый инструмент;
- 3) параметры отдельных переходов.

Параметрами, характеризующими партию в целом, являются данные об объеме обрабатываемой партии заготовок, марке материала заготовки, трудоемкости изготовления детали или всей партии. К параметрам, характеризующим состояние используемого инструмента, относятся:

- период стойкости – время работы инструмента между переточками, т.е. время от начала работы вновь заточенного инструмента до момента, когда его износ достигает критического значения;
- коэффициент вариации стойкости – характеризует разброс периода стойкости и отражает как качество изготовления инструмента, так и условия его эксплуатации;
- приведенная интенсивность отказов – отношение числа отказавших инструментов в единицу времени к среднему числу инструментов, исправно работающих в данный отрезок времени при условии, что отказавшие инструменты не восстанавливаются и не заменяются исправными;
- приведенная наработка инструмента – продолжительность работы инструмента;
- среднее число восстановлений инструмента за время обработки партии.

Отдельные переходы описываются временем резания и режимом резания. Затраты на операцию и ее надежность во многом зависят от уровня режимов резания. Поэтому их следует назначать после установления остальных параметров операционной технологии. При этом необходимо учитывать технологические решения, принятые на предшествующих этапах разработки, а также организационно-технические условия выполнения операции [1].

Проектные решения и технологические документы, отражающие результаты технологической подготовки производства, целесообразно размещать в едином иерархически структурированном информационном объекте – технологическом проекте, который динамически развивается в соответствии с изменениями производственной ситуации и детально описывает технологические аспекты производственного процесса изготовления изделия. Технологический проект, проходя в своем цикле по различным подразделениям предприятия, органически устанавливает связь между всеми участниками производственного процесса. Содержание информации технологической документации определяет и создает информационную основу для решения большого комплекса инженерно-технических задач не только в области разработки технологических процессов, но и в областях технической

подготовки производства, управления производственным процессом и качеством продукции.

Интеграция необходимых для ситуационного управления ресурсом режущего инструмента данных в технологический проект изготовления машины позволит осуществлять разработку и производственную реализацию ситуационного управления режущим инструментом в едином электронном пространстве, ядром которого является информационная модель изделия. При этом имеющаяся на предприятии информация будет храниться в разных информационных системах, и весь объем этой информации образует единое информационное пространство предприятия.

Использование единого электронного пространства позволит реализовать автоматизированное выполнение проектных операций и процедур, локализованных во времени и пространстве, выполняемых как отдельными разработчиками, так и коллективами разработчиков, отвечающих за различные аспекты производственного процесса и ситуационного управления режущим инструментом.

Повышение эффективности обработки резанием путем ситуационного управления ресурсом режущего инструмента приводит к снижению себестоимости, повышению производительности и снижению технологического риска обработки резанием за счет рационального использования ресурса режущего инструмента с учетом случайных факторов, влияющих на его надежность.

#### **Список литературы**

- 1. Маслов А.Р. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.*
- 2. Хаев Г.Л. Прочность режущего инструмента. / Г.Л. Хаев. – М.: Машиностроение, 1975. – 168 с.*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СПИСКА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ**

Е.В. Тюрин, Н.Н. Трушин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Обеспечение надежности гидравлических приводов в процессе их эксплуатации связано с технической диагностикой. Основным методом получения достоверной информации о состоянии гидравлического привода являются средства оперативного технического диагностирования.

Для обеспечения работоспособности гидроприводов используются различные инструментальные средства, количество которых также может изменяться в широких пределах. Сложные и мощные гидрофицированные машины оснащаются, как правило, широким набором диагностической

аппаратуры. Однако, большой объем диагностической информации о состоянии контролируемой машины не является залогом ее безотказной работы; во-вторых, многочисленная диагностическая аппаратура усложняет и удорожает конструкцию машины. Анализ техногенных аварий сложной гидрофицированной техники показывает, что при наличии значительного числа контролируемых параметров причинами аварий могут являться параметры, которые не рассматривались как критические и поэтому изначально аппаратно не контролируемые.

Для оснащения гидравлических приводов оптимальным набором средства оперативного контроля технического состояния необходима классификация уровней технической диагностики в зависимости от конструктивно-технологической сложности оборудования и условий его эксплуатации. Такая классификация позволяет уже на этапе проектирования гидропривода выбрать оптимальный набор средств диагностирования по их видовому и количественному составу. Такой набор может формироваться на основе квалиметрической оценки оборудования аналитического или экспертного характера.

При определении оптимального состава видовых и количественных параметров технической диагностики методом экспертных оценок экспертной группе первоначально предоставляется перечень основных параметров гидропривода:

- 1) принципиальная гидрокинематическая схема машины;
- 2) режим работы машины;
- 3) условия эксплуатации машины;
- 4) условия технического обслуживания;
- 5) технические параметры гидросистемы в целом и отдельных гидравлических устройств;
- б) открытое исходное множество возможных параметров технической диагностики.

Задача экспертной группы состоит в формировании множества параметров технической диагностики, всесторонне соответствующих сущности анализируемой машины.

### **Список литературы**

1. Федюкин В.К. *Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: Учебное пособие.* – М.: «Филинь», 2004. – 296 с.

## КОНФИГУРАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УРОВНЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Юрченко  
ЗАО «ЕС-лизинг»,  
г. Тула

В области корпоративных информационных технологий термин «промышленный» («enterprise») может означать разные вещи для разных людей. Но обычно он означает набор продуктов, служб, и решений, которые заранее планируются и используются на всем предприятии постоянно, последовательно, для достижения некоторых важных стратегических целей всей компании.

Бухгалтерский учет внутри почти любой компании является хорошим примером вышесказанного. У компании есть важная стратегическая цель управления своими денежными активами согласно широко распространенным бухгалтерским правилам. Поэтому все, кто принимает участие в корпоративной денежной игре, соглашаются подчиняться правилам и нормам, устанавливаемым бухгалтерским отделом и оставлять в стороне свои собственные желания и потребности ради высшей цели компании. Такой же принцип «высшей выгоды» должен быть в центре внимания, когда проектируются и применяются решения конфигурационного управления (КУ) программного обеспечения (ПО) уровня предприятия.

Выгод от применения КУ ПО множество, но они различаются в зависимости от того, с кем об этом разговаривать. Разработчик, пытающийся написать программный код настолько быстро, насколько он может, видит в КУ ПО средства контроля версий и сборок. Менеджер проекта рассматривает КУ ПО как средство управления релизами и изменениями. Тестировщик рассматривает КУ ПО как средство идентификации релизов и отслеживания ошибок. Нормоконтроль видит в КУ ПО средство идентификации релизов и управления зависимостями. В основном, каждая группа внутри процесса разработки ПО рассматривает КУ ПО как средство, обеспечивающее только теми сервисами и выгодами, которые помогают им делать их работу лучше, не задумываясь о выгодах остальных членов команды. Это свойство человеческой природы объясняет, почему когда система КУ ПО проектируется, разрабатывается и контролируется некоторыми заинтересованными группами, то интересы других вовлеченных в процесс групп обычно игнорируются. Это приводит к скоплению информации в нескольких несовместимых друг с другом фондах, каждый из которых контролируется разными группами согласно их собственным планам. Это приводит к хаосу, в котором проигрывает вся корпорация целиком.

С одной стороны, уровню предприятия принадлежит заинтересованность в «высшей выгоде». Для КУ ПО это означает, что процесс управления разработкой ПО рассматривает ПО, как ценный актив сам по себе. Это означает следующее:

- определение общего процесса выпуска рабочего продукта и циклического способа прохождения его через процесс разработки;
- устранение влияния отдельных личностей из процесса, чтобы свести к нулю вероятность индивидуальных ошибок;
- определение группы КУ ПО уровня предприятия, ответственной за внедрение решений КУ ПО, которые бы не противоречили существующим целям предприятия;
- учреждение и следование методологии КУ ПО, базирующейся на здравых и надежных основных положениях;
- осознание того, что КУ ПО является центральным бизнес процессом, охватывающим людей, процесс и технологию и управляющий ими.

КУ ПО может предоставлять выгоды тем, для кого оно было внедрено, и может являться одним из тех бизнес процессов, наподобие бухгалтерского учета, стремящегося к высшим целям, только в том случае, если КУ ПО будет внедрено как решение уровня предприятия.

## Глоссарий

**Версия (Version)** – уникальное состояние программного обеспечения.

**Конфигурационное управление программного обеспечения (Software configuration management)** – дисциплина отслеживания и управления изменениями в программном обеспечении.

**Релиз (выпуск) (Software Release)** – поставка (выпуск) программного кода, документации, материалов для сопровождения.

**Сборка (Software Build)** – представляет собой процесс преобразования файлов с исходным программным кодом в отдельные программные артефакты, которые могут быть выполнены на компьютере. Обычно представляет собой процесс т.н. компиляции, который преобразует файлы исходного кода в исполнимый код.

# ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ЛЕЧЕНИЯ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

А.В. Чердаков, А.З. Гусейнов, В.А. Огольцова  
Кафедра хирургических болезней №1 медицинского института  
Тульского государственного университета,  
ГУЗ ТО «Тульская областная клиническая больница», ожоговое отделение,  
г. Тула

Синдром диабетической стопы – патологическое состояние стопы при сахарном диабете (СД), возникающее на фоне патологии периферических нервов и сосудов, характеризующееся поражением кожи и мягких тканей, костей и суставов, проявляющееся в виде трофических язв, костно–суставных изменений и гнойно–некротических процессов [4].

В Международном соглашении по диабетической стопе (2000) было утверждено следующее определение СДС - комплекс анатомо–функциональных изменений стопы у больного СД, связанного с диабетической нейропатией, ангиопатией, остеоартропатией, на фоне которых развиваются гнойно–некротические процессы [3].

При всем многообразии классификаций СДС наиболее удобной, простой и патогенетически обоснованной является, на наш взгляд, принятое в 1991 году ВОЗ выделение нейропатической, ишемической и нейроишемической форм СДС [4]. Однако, целый ряд авторов, ишемическую форму как отдельную не выделяют, относя ее к нейроишемической, основываясь на том, что у больных СД в той или иной степени есть поражение периферической нервной системы [1,2,5].

Нами была поставлена цель исследования, проанализировать результаты лечения больных с синдромом диабетической стопы, изучить характер поражения дистальных артерий у данной категории больных в плане перспектив эндоваскулярной хирургии, а также сравнить результаты лечения пациентов эндоваскулярными методами и традиционными методами у больных с синдромом диабетической стопы.

В ожоговом отделении Тульской областной клинической больницы за период 2008-2011 гг. находились на лечении с различными стадиями диабетической ангиопатии нижних конечностей 66 человек. Возраст пациентов от 36 до 86 лет. Мужчин было 36 человек (54,5 %), женщин 30 (45,5 %). Продолжительность заболевания составляла от 1 года до 30 лет.

Тяжёлая степень СД выявлена у 42 человек, средняя – у 19, лёгкая – у 5. Все больные имели сопутствующую патологию: ИБС, гипертоническую болезнь, атеросклероз.

Лечение данной группы больных включало в себя воздействие на все патогенетические звенья синдрома диабетической стопы, с обязательной коррекцией уровня гликемии и артериального давления.

С целью коррекции нарушений свертывающей системы назначались следующие группы препаратов: ангиопротекторы, дезагреганты и реолитики – ацетилсалициловая кислота, пентоксифиллин, клопидогрел, гепарин и низкомолекулярные гепарины, не требующие постоянного лабораторного мониторинга системы гемостаза, спазмолитики – папаверин, дротаверин. Для лечения диабетической нейропатии нами применялись препараты витаминов группы В и никотиновая кислота.

В схему лечения нами также было включено применение активатора клеточного метаболизма - Актовегина. В многочисленных экспериментальных исследованиях было выявлено, что клетки различных тканей под воздействием Актовегина увеличивает потребление кислорода тканями, повышает устойчивость к гипоксии, улучшает диффузию и утилизацию кислорода в нейрональных структурах [6]. Однако при назначении данного препарата следует помнить о дозозависимости эффекта. Нами использовалась следующая схема введения препарата: в/в инфузия в течение 10 дней по 1000–2000 мг (инфузионные флаконы 4 или 8 мг/мл по 250 мл).

Неотъемлемым компонентом лечения являлось применение антибиотиков широкого спектра действия (ингибиторзащищенные пенициллины, цефалоспорины II–III поколения, фторхинолоны, линкозамиды), при высоком риске присутствия в ране анаэробной флоры (глубокая рана или ишемия) – добавлять в схему лечения метронидазол. Однако, учитывая широкое распространение антибиотикорезистентных (в том числе внутрибольничных) микроорганизмов при синдроме диабетической стопы, целесообразно проводить лечение под контролем бактериологического исследования раневого отделяемого. Патогенетически обосновано и экономически целесообразно проводить ступенчатый цикл антибактериальной терапии – переход с парентерального пути введения препарата на энтеральный. Длительность антибактериальной терапии у больных с обширными гнойно–некротическими процессами на фоне хирургического лечения определяется строго индивидуально и может составлять до 8-12 недель. При верификации в ране грибов, чаще дрожжей (различные виды *Candida*), необходимо назначение антимикотических препаратов (каспофунгин, флуконазол и др).

Среди дополнительных методов лечения нами применялись гипербарическая оксигенация (ГБО) – для улучшения микроциркуляции, снижение тканевой гипоксии; в/в озонотерапия - с целью детоксикации, оксигенации, иммуномодуляции и улучшения реологических свойств крови, плазмаферез, УФО аутокрови, применение биологически активных перевязочных материалов.

Основной целью хирургических вмешательств при СДС является максимальное сохранение конечности, ее функции и, как следствие, снижение инвалидизации пациентов. Оперативное вмешательство должно проводиться на фоне стабилизации общего состояния пациента, разгрузки пораженной

конечности, коррекции нарушений углеводного обмена, антибактериальной и патогенетической терапии.

Этапные некрэктомии тупым и острым путем мы производили по демаркационной линии с максимальным щажением нескомпрометированных тканей.

Следует отдельно остановиться на обработке ран низкочастотным ультразвуком – ультразвуковой кавитации. Воздействие низкочастотного УЗ на ткани приводит к активации синтеза протеинов фибробластами и факторов роста макрофагами, увеличению продукции NO эндотелиальными клетками и улучшению перфузии ишемизированных тканей на этом фоне. Бактерицидный эффект УЗ-кавитации в настоящее время является несомненным научно доказанным фактом. Таким образом, УЗ-кавитация обладает целым рядом преимуществ: щадящая УЗ-некрэктомия, глубокая дезинфекция раны, стимуляция репаративных процессов в ране. Мощность УЗ излучения, длительность однократного воздействия, а также периодичность манипуляций подбирается индивидуально для каждого пациента, в зависимости от уровня загрязнения раны, объема пораженных тканей, а также наличия сопутствующей патологии. Все это позволяет рассматривать УЗ-кавитацию как важнейший компонент комплексного лечения синдрома диабетической стопы.

При неэффективности консервативной терапии, наличии анатомических возможностей, отсутствия противопоказаний, а также известных анатомических локализациях окклюзий и стенозов нами применялись эндоваскулярные вмешательства, направленные на реваскуляризацию сосудов пораженной конечности.

Ниже приводим виды и количество эндоваскулярных вмешательств у 7 пациентов с СДС. У этих больных чрескожная баллонная ангиопластика и стентирование выполнялись на сегментах следующих артерий: поверхностной бедренной (ПБА) - 2, передней и задней большеберцовых (ПББА и ЗББА) - 5. Всем пациентам проводилась комплексная и патогенетически обоснованная медикаментозная терапия. Она включала строгий постельный режим, введение антиагрегантов (Клопидогрел, Зилт, Плавикс, Эгитромб, а также Аспирин 100 мг/сут постоянно), применение давящей повязки в месте инъекции. У всех больных наступило значительное клиническое улучшение, что выражалось в заживлении раневых дефектов в существенно более короткие сроки. Однако данные эндоваскулярные вмешательства не проводились обособленно, а применялись в рамках комплексного алгоритма лечения синдрома диабетической стопы.



### Выводы

1. Контроль гликемии и уровня артериального давления являются основными критериями эффективности лечения синдрома диабетической стопы.

2. Подход к лечению больных с СДС должен быть мультидисциплинарным и объединять специалистов различных профилей: эндокринолог (диабетолог), хирург (эндоваскулярная, сосудистая и гнойная хирургия), подиатр, терапевт, а также подготовленный средний медицинский персонал.

3. Комплексное лечение пациентов с СДС включает многокомпонентное воздействие на факторы риска поражения периферических артерий, хирургическое и консервативное лечение раневых дефектов.

4. Восстановление магистрального кровотока даже по одной из берцовых артерий приводит к существенному ускорению заживления язвенно-некротических дефектов.

### Список литературы

1. Бегма А.Н., Бегма И.В., Дёмин Д.И., Поташов Д.А., Гурьева И.В., Земляной А.Б. Оптимизация лечения нейроишемической формы синдрома диабетической стопы. // *Здравоохранение Урала*. – 2003. – № 9.

2. Гурьева И.В. Профилактика, лечение, медико-социальная реабилитация и организация междисциплинарной помощи больным с синдромом диабетической стопы. Дисс...докт.мед.наук. – М. – 2001.

3. *Международное Соглашение по Диабетической стопе*. – 2000.

4. *Национальные стандарты оказания помощи больным сахарным диабетом*. – М. – 2002.

5. Светухин А.М., Земляной А.Б. Гнойно-некротические формы синдрома диабетической стопы. // *Consilium medicum*. – 2002. – № 10, том 4.

6. Ушкалова Е.А. Антиоксидантные и антигипоксические и свойства актовегина у кардиологических больных. // *Трудный пациент*. – 2005. – № 3.

## ЭХОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТИНА ГЕПАТОБИЛИАРНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ С РОТАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

В.Г.Сапожников

Тульский государственный университет,  
г. Тула

Нами было проведено ультразвуковое исследование гепатобилиарной системы у 90 детей в возрасте от 1 до 12 лет с острым ротавирусным гастроэнтеритом, 152 детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом в сочетании с условно-патогенной микрофлорой (УПФ).

При ультразвуковом исследовании детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом нами были установлены специфические изменения со стороны

гепатобилиарной системы, характерные только для этой патологии в отличие от обследованных детей из группы сравнения с другими кишечными инфекциями.

Появление акустически неоднородного содержимого в просвете желчного пузыря было отмечено в 12,5 % случаев у детей в возрасте от 1 до 3 лет и только в 9 % случаев – у детей в возрасте 4-7 лет с острым ротавирусным гастроэнтеритом. Этот симптом не выявлен ни у одного больного с данной патологией в возрасте 8-12 лет и ни у одного ребенка любого возраста с острым ротавирусным гастроэнтеритом в сочетании с УПФ.

Появление акустически неоднородного содержимого в просвете желчного пузыря у детей считается относительным эхографическим признаком (В.Г.Сапожников, 1992) некалькулезного холецистита, который диагностически значим в плане данной патологии только при наличии снижения эвакуаторной способности желчного пузыря. У обследованных нами больных детей с ротавирусной инфекцией, у которых выявлен данный критерий, во всех случаях эвакуаторная способность желчного пузыря была нормальной (0,5-0,75) или ускоренной (ниже 0,5).

Снижение эвакуаторной способности желчного пузыря эхографически было установлено более чем у половины обследованных нами детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом в различные возвратные периоды (у 47,5 % детей раннего возраста, у 51 % больных в пером детстве, в 60 % детей во втором детстве), и у детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом в сочетании с УПФ (у 50 %, 63 %, 62,3 % больных в различные возрастные периоды, соответственно). У остальных детей в различные возрастные периоды выявлялась нормальная эвакуаторная способность желчного пузыря, и только у 12,5 % больных с острым ротавирусным гастроэнтеритом и у 12 % с острым ротавирусным гастроэнтеритом в сочетании с УПФ этот эхографический параметр был ускорен. Снижение эвакуаторной способности желчного пузыря более чем у половины обследованных детей с острой ротавирусной инфекцией свидетельствовало о частом нарушении пассажа желчи. Вероятно, это было следствием снижения сократительной способности желчного пузыря, с одной стороны, вследствие острого токсикоза, и косвенным свидетельством сгущения желчи у значительной части больных детей с ротавирусной инфекцией.

Следствием этих токсических, воспалительных и рефлекторных нарушения со стороны внутripеченочных протоков явился и впервые установленный нами эхографический признак ротавирусного поражения печени, который сопровождался эхографическим усилением контуров внутripеченочных протоков. Внутripеченочные протоки при этом выглядели как резко очерченные эхопозитивные структуры на гомогенном эхонегативном фоне эхографического среза печени. Данный феномен был нами обозначен как «холангиосладж».

Другим специфическим эхографическим симптомом ротавирусной инфекции у детей явился синдром сгущения желчи – синдром сладжа, который ранее был описан у новорожденных детей с гипербилирубинемией.

Синдром сладжа впервые был установлен нами у детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом в виде эхопозитивного, акустически более или менее неоднородного образования в просвете желчного пузыря больных детей.

У детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом при токсикозе с эксикозом средней степени тяжести в ряде случаев определялся диффузный широкий сладж по всей внутренней поверхности стенки желчного пузыря. Видимо, это было связано с осаждением таким образом сгущенной желчи. Объяснить появление синдрома «сладжа» у детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом можно выраженными нарушениями гомеостаза, желчеобразующей функции печени, связанными с тяжелым инфекционным токсикозом в сочетании с обезвоживанием организма больных детей.

Частота встречаемости различных эхографических критериев поражения гепатобилиарной системы у детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом в зависимости от степени тяжести эксикоза

Таблица № 1.

Эхографические критерии	Степень тяжести обезвоживания – 1 (легкой степени тяжести) n = 58	Степень тяжести обезвоживания – 2 (средней степени тяжести) n = 32
Появление акустически неоднородного содержимого в просвете желчного пузыря	–	2 (6,25 %)
Утолщение стенок желчного пузыря	2 (10,3 %)	3 (10 %)
Наличие врожденной деформации желчного пузыря	14 (25 %)	8 (25 %)
Наличие синдрома холангиосладжа	44 (80 %)	24 (75 %)
Наличие синдрома сладжа	52 (90 %)	32 (100 %)
Наличие синдрома сладжа и холангиосладжа	29 (50 %)	14 (43,75 %)
Наличие синдрома гепатомегалии	4 (6,8 %)	3 (10 %)

Как следует из таблицы, при остром ротавирусном гастроэнтерите у детей эхографический синдром холангиосладжа встречался в 0 % случаев при эксикозе I степени тяжести и в 75 % случаев при эксикозе II степени тяжести. Синдром сладжа при эксикозе I степени у детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом отмечен в 90 % случаев, при эксикозе II степени тяжести – в 100 % случаев. Сочетанное одновременное выявление обоих эхографических синдромов (сладж + холангиосладж) отмечено примерно у половины больных детей с острым ротавирусным гастроэнтеритом с эксикозом и легкой, и средней тяжести (таблица).

Необходимо подчеркнуть, что ни эхографический синдром сладжа, ни холангиосладжа нами ни разу не был выявлен при ультразвуковом исследовании детей с другими (неротавирусными) инфекциями при исследовании группы сравнения. Это позволяет рассмаивать данные эхографические феномены как специфические признаки поражения гепатобилиарной системы детей именно ротавирусной инфекцией.

## **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

В.Ю. Анцев, Е.А. Чернецова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Побудительным механизмом развития инноваций, в первую очередь, является конкуренция. С развитием рыночной экономики одним из важнейших факторов, обеспечивающих конкурентоспособность подъемно-транспортных машин, является их качество. В соответствии с концепцией всеобщего управления качеством качество подъемно-транспортных машин начинает формироваться уже на стадии проектирования. Эффективный менеджмент качества достигается путем повышения удовлетворенности потребителей через определение и выполнение их требований. Это обуславливает необходимость проведения серьезной работы по совершенствованию процесса проектирования и по повышению деловой культуры для общего подъема качества во всех звеньях машиностроительного предприятия, выпускающих подъемно-транспортные машины.

При осуществлении поиска новых идей в подъемно-транспортном машиностроении, разработке инноваций и выведении их на рынок используются как классические методы исследований (качественные и количественные), так и некоторые оригинальные методы, одним из которых является метод «Структурирования функции качества». С помощью данного метода происходит трансляция запросов потребителя в технологии производителя. Для того чтобы это осуществить, следует, прежде всего, научиться описывать запросы потребителя в такой форме, которая позволяет установить связь между ними и техническими характеристиками продукции, которыми, в свою очередь, оперирует производитель при ее выпуске. Более того, потребителю важно не только, в какой степени продукция удовлетворяет его запросы, но и сколько ему придется за это заплатить. А это значит, что производитель должен уметь определять цену, адекватную качеству его продукции, и так организовать производство, чтобы производственные затраты не превысили эту цену и была получена

соответствующая прибыль. Таким образом, изучая запросы потребителя, производитель получает информацию для точной постановки задач по созданию конкурентоспособной продукции.

С помощью формируемого в результате структурирования функции качества так называемого «домика качества» требования потребителей преобразовываются в конкретные конструкторские, технологические решения. Последовательность шагов при структурировании функций качества представлена на рис. 1.

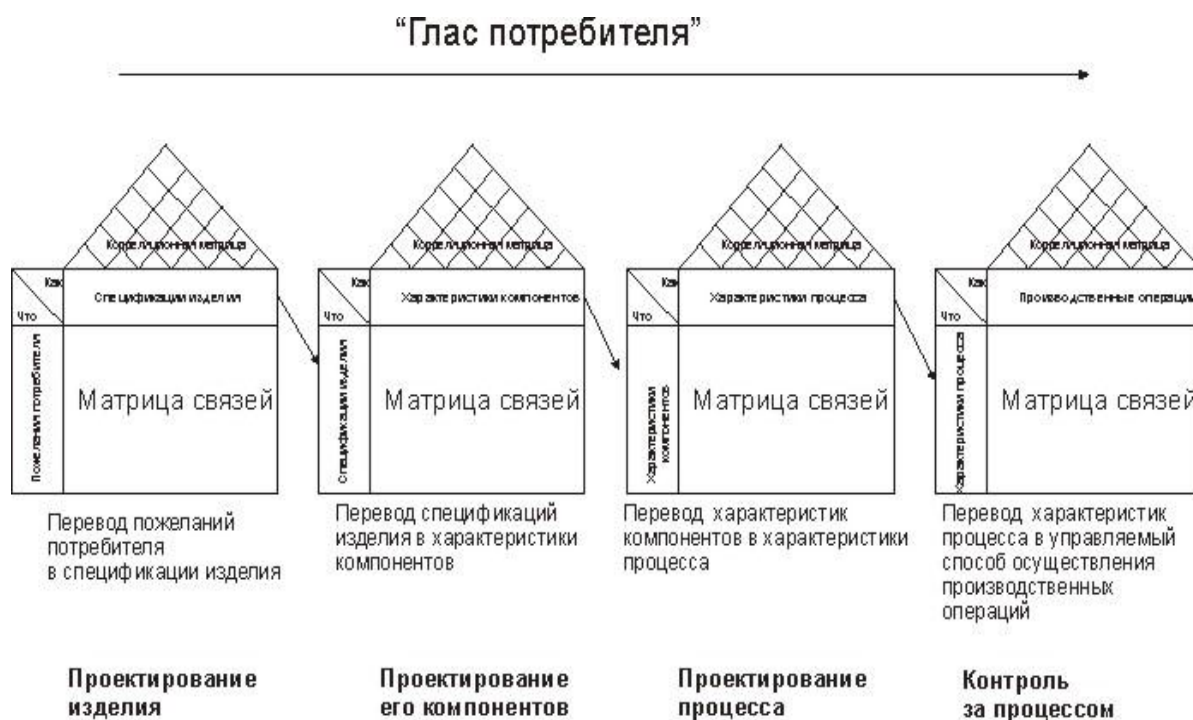


Рис. 1. Последовательность шагов при разворачивании функции качества

На первом этапе структурирования проводятся исследования состояния рынка и определение основных пожеланий заказчиков к подъемно-транспортным машинам таких как: надежность конструкции, безопасность работы, износостойкие комплектующие изделия, простота эксплуатации, удобство в управлении, наличие гарантийного и постгарантийного обслуживания, наличие технической документации, цена, срок службы, группа режима работы, скорость подъема главного крюка, скорость передвижения грузовой тележки, скорость передвижения крана, тип грузозахватного устройства, место установки крана, требования к типу тормозов механизмов крана, токоподвод к крану, способ управления краном, требования к кабине управления, конструкция ходовых колес.

Данные пожелания определяются на основе анализа опросных листов потребителей. Полученные по результатам опроса фактические параметры исследуются и преобразуются во вспомогательные параметры качества компонентов. На первом этапе пожелания потребителей увязываются со спецификациями продукции. На втором этапе эти спецификации соотносятся

с характеристиками деталей изделия. Затем осуществляется увязка деталей изделия и характеристик процесса. И на четвертом этапе характеристики процесса преобразуются в производственные операции.

Таким образом, «домик качества» эффективно превращает желаемые для потребителя характеристики продукта в конкретные требования к подъемно-транспортной машине. Важный эффект от процесса структурирования функции качества заключается в стимулировании эффективной совместной работы различных функциональных и проектно-производственных групп предприятия по созданию новой подъемно-транспортной машины.

После укрупненного рассмотрения заказа потребителя маркетинговая служба передает техническое задание в конструкторский отдел, где решаются вопросы о возможности производства необходимого заказа, сроках его изготовления и стоимости. Для наглядного представления протекания процесса получения заказа и обоснования его целесообразности следует использовать методологию структурно-функционального моделирования, направленную на анализ, оптимизацию и управление характерных для производства материальных, информационных, финансовых и трудовых потоков. В результате анализа получаемой структурно-функциональной модели, представляемой в виде IDEF-диаграмм, разрабатываются направления реинжиниринга технической подготовки производства грузоподъемных машин и производится идентификация основных функций и объектов проектировочных разработок [2].

Рассмотрение процесса организации предпроизводственного этапа изготовления грузоподъемных машин в виде структурных диаграмм позволяет определить последовательность протекания подпроцессов, факторы, влияющие на них, состав задействованных в данном процессе служб. При этом появляется возможность сделать предположения, в каком месте есть вероятность возникновения несоответствий и какие действия необходимо скорректировать, определить, что могло повлиять на снижение уровня качества. На базе декомпозиции процесса формируются показатели, характеризующие качество грузоподъемных машин.

Построенная модель процесса организации предпроизводственного этапа изготовления грузоподъемных машин, диаграмма верхнего уровня которой представлена на рис. 2, является не просто промежуточным результатом, используемым для выработки рекомендаций и заключений. Она представляет собой самостоятельный результат, который может иметь практическое значение.

Из данной диаграммы видно, что главная задача процесса, его функциональное назначение – это организация предпроизводственного этапа изготовления грузоподъемных машин. Входные данные – письмо заказчика, заполненный лист-проработки, в который заносят результаты анализа каждым отделом предприятия возможности осуществления заказа, заключение (выводы главного конструктора по изготовлению грузоподъемных машин). Выходными данными являются договор или отказ от изготовления заказа, которые в

дальнейшем будут использоваться в других процессах. Исполнителями процесса организации предпроизводственного этапа изготовления грузоподъемных машин являются отдел маркетинга, конструкторско-технологическая служба, финансово-экономическая служба и коммерческий директор предприятия.

Управляют процессом организации предпроизводственного этапа изготовления грузоподъемных машин при помощи необходимой документации, а именно: положительное заключение КТС, ТУ на изделие, правила устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных машин.

Данная схема имеет обобщенный вид и требует дальнейшей декомпозиции.

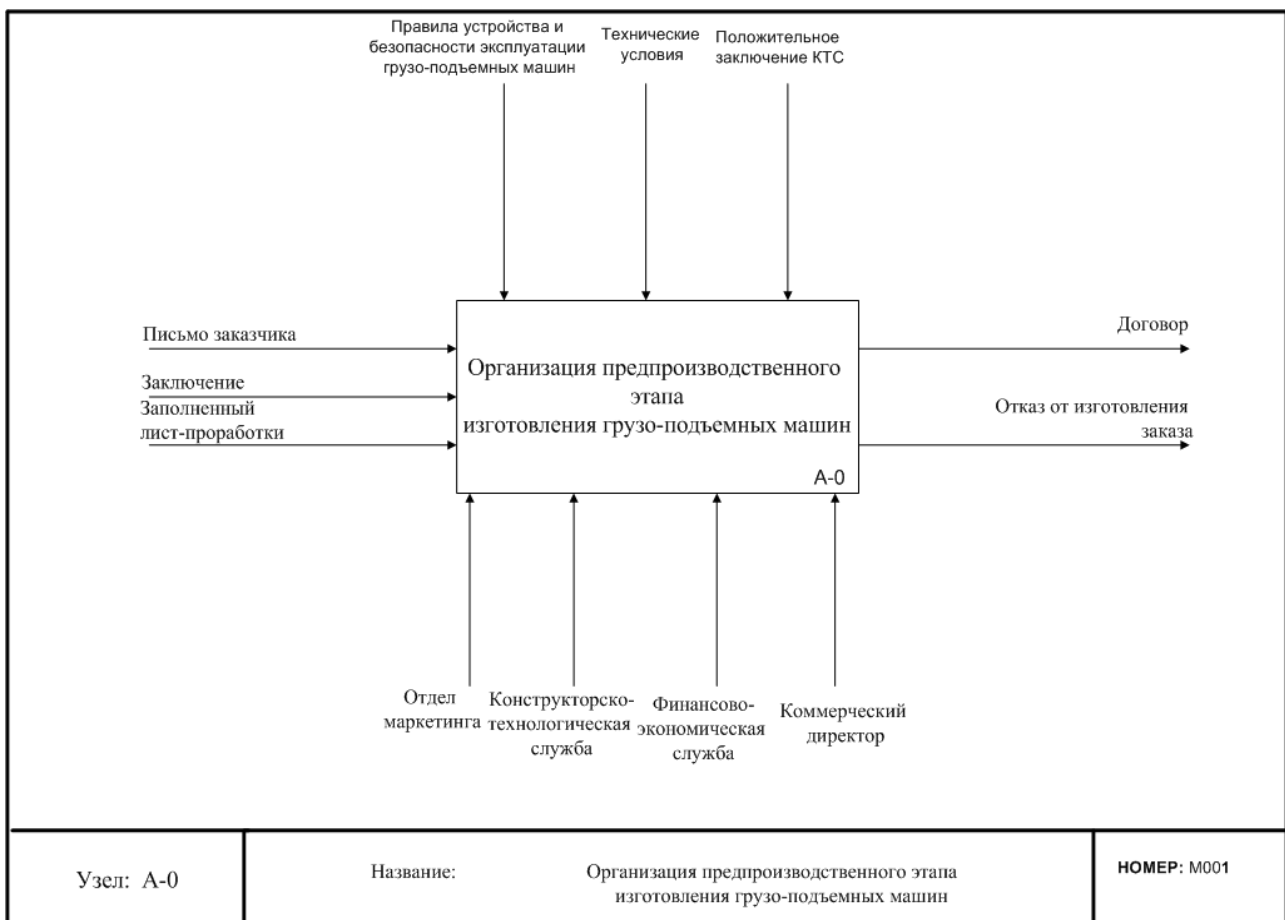


Рис. 2. Структурно-функциональная модель организации предпроизводственного этапа изготовления грузоподъемных машин

Таким образом, сущность концепции структурно-функционального моделирования организации предпроизводственного этапа изготовления грузоподъемных машин по технологии IDEF заключается в уточнении, формулировании и декомпозиции основных работ этого этапа с целью отражения основных системных характеристик: функционального содержания проектировочных работ, наименования и направления потоков данных, последовательности и содержания разрабатываемой технической документации.

Как показал анализ производственной практики, в ряде случаев, из 10-12 заказов на разработку и производство подъемно-транспортных машин предприятие к исполнению выбирает только один, а остальные отклоняет из-за неопределенности в величине требуемых производственных мощностей. Для ее разрешения на основе экспертного метода сопоставляются требуемые ресурсы и реальные возможности предприятия и его конструкторско-технологической службы. Невысокая точность получаемых оценок ведет к потере клиентов. Эти потери можно оценить с помощью функции потерь Тагучи, которая в простейшем случае представляется квадратичной функцией вида:

$$l(y) = k(y - \tau)^2,$$

где  $k$  – константа,  $y$  – выходная характеристика, измеренная по непрерывной шкале;  $\tau$  – заданное значение  $y$ ;  $l(y)$  – потери, выраженные в денежных единицах, которые несет потребитель в течение срока службы изделия из-за отклонения  $y$  от  $\tau$ . Очевидно, что чем больше отклонение выходной характеристики  $y$  от ее заданного значения  $\tau$ , тем больше потери потребителя  $l(y)$ .

Финансовые результаты деятельности машиностроительного предприятия зависят от степени удовлетворенности его потребителей, которую предлагается оценивать конструкторско-технологической службой предприятия с использованием методов квалиметрии.

В результате представленных мероприятий предприятие получает механизм для сопоставления требований потребителя подъемно-транспортных машин с имеющейся ресурсной и конструкторской базой. На основе представленного подхода производится реинжиниринг деятельности конструкторско-технологической службой предприятия ОАО «Узловский машиностроительный завод».

### Список литературы

1. Мишин В.М. «Управление качеством»: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации»/В.М. Мишин – 2-й изд. Перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 463 с
2. Никифоров А.Д. «Управление качеством»: учеб. Пособие для вузов. - М.: Дрофа, 2007. – 720 с.: ил.
3. Фомин В.Н. «Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация»: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Ось-89, 2005. – 384 с.



## УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА РЕКЛАМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Е.Ю. Игнатенко

Тульский государственный университет,  
г. Тула

В любом производстве рано или поздно появляется необходимость в измерении степени удовлетворенности потребителей, компания не может существовать без обратной связи с клиентами. В период ожесточенной конкуренции необходимо добиться лояльности к компании со стороны клиента. Неудовлетворенные клиенты попросту перестают работать с компанией. Но и удовлетворенность – это далеко не все, ведь и удовлетворенный потребитель может стать клиентом конкурирующей компании, считая, что он ничего не потеряет, а, возможно, приобретет от этого что-то новое, лучшее.

Рекламация – претензия к качеству проданного товара, выполненной работы или предоставленной услуги, содержащая требование возврата рекламационного товара и уплаты наличными его стоимости, либо устранение недостатков поставленной продукции (выполненной работы) за счет продавца, либо замены рекламационного товара другим, соответствующим условиям контракта (возможны и некоторые другие способы урегулирования рекламации) [5].

Рекламация предъявляется в письменной форме и должна содержать данные о наименовании рекламационного товара, его количестве и местонахождении, о недостатках товара (работы), по которым предъявляется рекламация, а также требования по урегулированию рекламации конкретным способом. Рекламация может предъявляться в случае поставок недоброкачественной продукции, ассортиментного несоответствия, некомплектности товара, изменения цен, а также, если предоставленные продавцом документы не соответствуют фактическим данным, характеризующим выполнение поставки товара. Продавец обязан рассмотреть рекламацию и подтвердить согласие или отказаться от удовлетворения не позднее установленного в контракте срока. При этом продавец имеет право проверить обоснованность претензии покупателя, осмотрев товар. Все расходы, связанные с заменой или возвратом рекламационного товара, оплачиваются продавцом. Рекламация предъявляется в следующих случаях: объективное несоответствие качества вещи условиям договора, государственным стандартам, техническим условиям, образцам; ассортиментное несоответствие поставляемого товара, поставки недоброкачественной, некомплектной продукции; несоответствие количества товара условиям договора; нарушение правил торговли; изменение цены. Порядок предъявления рекламаций и ответов на них регулируется гражданским правом (см. Закон РФ N2300-1 от 7 февраля 1992 года "О ЗАЩИТЕ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ") [1]. Рекламация предъявляется в письменной форме. К ней должны быть приложены все необходимые доказательные документы. Рекламация должна содержать

следующие данные: наименование товара; количество и место нахождения товара; основание для рекламации – в нём указывается, в связи с какими недостатками может быть предъявлена рекламация; конкретные требования покупателя по урегулированию рекламации. Грамотная реакция на рекламацию дает возможность не только уладить конфликт, но и, благодаря предпринятым действиям, привязать к себе клиента навсегда [4].

Рассмотрением рекламаций должен заниматься отдел или служба качества. Если подобная служба не создана, необходимо назначить ответственного со стороны высшего руководства.

Современная концепция Всеобщего Управления Качеством (TQM) [2] делает акцент на процессный подход, в соответствии с которым производственный процесс предлагается рассматривать в виде последовательности взаимосвязанных процессов [3]. Поэтому при управлении качеством продукции необходимо уделять внимание качеству протекания каждого из данных процессов, в том числе обслуживающим и вспомогательным.

Мировой опыт управления качеством сконцентрирован в международных стандартах ИСО серии 9000. Они включают в систему менеджмента качества, кроме функций управления качеством (проверка продукции, меры корректирующего воздействия и др.), и элементы управления производственным процессом, конструкторским проектированием, снабжением, ремонтным производством, рекламационной деятельностью, а также другие компоненты, существенно влияющие на качество, независимо от того, к каким сферам деятельности они относятся. Поэтому проблему управления рекламационной деятельностью следует рассматривать как часть общей задачи обеспечения управления всей производственной системы.

Анализ современных методов повышения эффективности функционирования предприятий с различной серийностью выпускаемой продукции показывает, что решение проблемы управления рекламационной деятельностью должно осуществляться на основе применения достижений современного менеджмента, в том числе менеджмента качества, который предполагает широкое использование принципов процессного подхода и стандартизацию соответствующих видов деятельности [2].

Практическая реализация процессного подхода на предприятиях предусматривает детальный анализ и описание процессов с учетом всех компонентов, необходимых для его надлежащего функционирования. Решить управленческие задачи на каждом уровне процесса управления рекламационной деятельностью невозможно без его детального описания и последующего анализа. Описание процесса и каждой из входящих в него работ (деятельности, подпроцесса, процесса второго или последующих уровней или функций) должно происходить с применением особых методик и приемов графического изображения процессов, достаточно хорошо разработанных и позволяющих исключить многие ошибки. Необходимо разрабатывать и развивать рекомендации в направлении отражения особенностей деятельности именно службы предприятия, отвечающей за рекламационную деятельность,

так как общие рекомендации к внедрению процессного подхода на предприятии и разработке необходимых для этого корпоративных стандартов, составляющих документацию системы менеджмента качества не учитывают специфику процесса управления рекламационной деятельностью.

Для достижения данных целей сформулирована задача управления процессом управления рекламационной деятельностью, выявлены и описаны основные характеристики данного процесса, разработана методика квалитетической оценки поставщика и оценки эффективности работы с поставщиком в соответствии с принципами процессного подхода с целью повышения качества работ, выполняемых отделом по работе с рекламациями и отделом закупок.

Для решения задачи повышения качества управления процессом управления рекламационной деятельностью необходимо выполнить структурно-функциональный анализ данного процесса. В качестве инструмента данного анализа целесообразно использовать технологию IDEF-моделирования [6].

IDEF-моделирование (технология структурного анализа и проектирования) – это способ уменьшить количество дорогостоящих ошибок за счет структуризации процесса на ранних этапах создания интеллектуальной системы управления процессом, улучшения контактов между пользователями и разработчиками и сглаживания перехода от анализа к проектированию. IDEF – это язык моделирования, согласно которому анализируемый процесс представляется в виде совокупности множества взаимосвязанных действий, работ, которые взаимодействуют между собой на основе определенных правил, с учетом потребляемых информационных, человеческих и производственных ресурсов, имеющих четко определенный вход и не менее четко определенный выход.

Структурно-функциональная модель процесса управления рекламационной деятельностью, разработанная с помощью методологии IDEF, представлена на рисунке. Здесь диаграмма A0 представляет важнейшие подпроцессы с их взаимосвязями.

Механизм управления процессом управления рекламационной деятельности основан на рекомендуемом ГОСТ Р ИСО 9001–2008 цикле Деминга PDCA, который символизирует принцип повторения в решении проблемы – достижение улучшения шаг за шагом, и повторение цикла усовершенствования много раз.

Проанализируем функции данного цикла управления применительно к рассматриваемому процессу управления рекламационной деятельностью:

– при *планировании* процесса управления рекламационной деятельностью устанавливается список работ по организации и проведению рекламационной деятельности, определяются материальные и временные ресурсы, необходимые для их выполнения;



Рис. 1 Структурно-функциональная модель процесса управления рекламационной деятельностью

– *организация работ* – это упорядочение (рациональное распределение) деятельности подразделений предприятия и должностных лиц отделов по исследованию и ремонту зарекламиррованных изделий, разработка мероприятий по устранению причин неисправностей, составление рекламационных документов;

– *контроль выполнения* – это проверка работоспособности восстановленного изделия, по оформленным рекламационным документам фактическое определение виновника возникновения неисправности, по этим данным проведенный комплексный анализ поставщика;

- *регулирование* – основными направлениями улучшения процесса управления рекламационной деятельностью следует считать своевременное и качественное устранение неисправностей изделий и их составных частей, своевременное проведение исследований неисправных изделий и их составных частей для выполнения и устранения причин неисправностей, повышение качества материалов и полуфабрикатов, повышение ответственности поставщиков за качество поставляемой продукции, подрядчиков – за качество выполненных ими работ и потребителей за выполнение требований эксплуатационной документации.

Работая в рамках системно организованного бизнеса, путем анализа рекламаций мы имеем возможность влиять на работу построенной нами системы. На самом деле проблема одна – отсутствие самих рекламаций. Мы

привыкли воспринимать отсутствие нареканий как подтверждение того, что все клиенты довольны нашей работой. Мы забываем одно золотое правило – отсутствие рекламаций не означает, что все потребители остались довольны. Многие попросту отмалчиваются и связано это с самыми разными причинами, например, с нежеланием вступать в конфликт. При этом если клиент остался недоволен, то ни о какой повторной покупке и вторичной рекламе и речи быть не может. Именно поэтому зафиксированные рекламации очень важны для каждой компании. Все рекламации необходимо классифицировать, а затем анализировать с тем, чтобы выделить систематические, повторяющиеся и единичные проблемы и тенденции и устранить причины, порождающие возникновение дефектов. Грамотная реакция на рекламацию дает возможность не только уладить конфликт, но и, благодаря предпринятым действиям, привязать к себе клиента навсегда.

Применение представленного подхода на промышленных предприятиях будет способствовать повышению качества управления рекламационной деятельностью, стандартизованных процедур управления рекламациями на промышленную продукцию.

### Список литературы

1. Аналитика малого предпринимательства [www.gias.ru](http://www.gias.ru)3.
2. *Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.*
3. *Корольков В.Ф. Процессы управления организацией / В.Ф. Корольков, В.В. Брагин. – Ярославль: Ред. изд-центр Яртелекома, 2001. – 416 с.*
4. *Кюппер. Продажи. Базовый курс. Том 6. Привлечение и удержание клиентов. Изд. Интерэксп, 2001. - 88 с.*
5. *Современный экономический словарь. Райзберг Б.А. и др. М.: ИНФРА-М, 2007.*
6. *Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.*

## РИСК – АНАЛИЗ МОСТОВОГО КРАНА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДЕРЕВА ОТКАЗОВ

А.Д. Горынин, А.С. Голоконников  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Грузоподъемные машины являются узловым звеном в цепи транспортных технологий современных промышленных предприятий, от их технического состояния зависит нормальное функционирование технологических процессов. По данным Ростехнадзора на территории Российской Федерации находятся в эксплуатации около 300 тысяч регистрируемых грузоподъемных машин, из

которых практически 85 % отработали нормативный срок службы. Быстрой замены оборудования ожидать не приходится. Отсюда возникает проблема ранжирования и выбраковки устаревшего оборудования по его техническому состоянию.

Как правило, аварии происходят на объектах с предельными сроками эксплуатации, для которых, в соответствии с нормативными документами Ростехнадзора, необходима оценка их технического состояния, риска и остаточного ресурса.

Для грузоподъемных машин накоплен обширный эмпирический материал о состоянии металлоконструкций, деталей, узлов, электрооборудования, гидрооборудования, приборов и устройств безопасности в процессе эксплуатации. Однако при решении задач управления безопасной эксплуатацией возникает необходимость разработки различных моделей текущего состояния металлоконструкций, деталей и узлов на различных этапах их жизненного цикла. Такие модели в ряде случаев вообще отсутствуют, либо, в лучшем случае, фиксируют «застывший» результат, отражающий состояние машины в момент контроля.

Проблема управления безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин с истекшим сроком службы связана с решением крайне сложных взаимосвязанных задач путем проведения комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на установление фактического риска и экономической целесообразности дальнейшей эксплуатации. Важнейшим условием при этом становится проведение экспертизы промышленной безопасности и технического диагностирования, результаты которых позволяют установить реальное состояние грузоподъемных машин в текущий момент времени. В связи с этим возникает необходимость в создании комплексной системы управления безопасностью, составной частью которой является оценка безопасности мостовых кранов методами риск - анализа.

Существует множество различных методов системного риск - анализа. Среди них широко распространены такие методы как:

1. Анализ вида и последствий отказов (АВПО, FMEA);
2. Анализ вида, последствий и критичности отказов (АВПКО, FMESA);
3. Метод анализа опасности и работоспособности (АОР, HAZOP);
4. Метод моделирования неисправности систем управления;
5. Метод для системного анализа риска MOSAR;
6. Дельфийская методика;
7. Метод предварительного анализа опасности (ПАО);
8. Методы «что будет, если ...?»;
9. Метод проверочного листа;
11. Метод прямого обследования;
12. Метод анализа статистических данных;
13. Метод системы индексации;
14. Метод оценки потребительских свойств ОПС;
15. Логико-графические методы анализа дерева событий (FTE) и дерева отказов (FTA) и др.

В настоящее время во многих развитых странах применяют метод деревьев отказов (Fault Tree Analyses - FTE), как универсальный метод анализа данных в маркетинговых и социологических исследованиях, при расчете страховых рисков и оценке опасности технических систем.

Метод дерева отказов представляет собой индуктивный логический метод выявления различных возможных последствий от данного события, называемого исходным. Число возможных конечных событий зависит от выбора событий, способных возникнуть вслед за исходным событием. Дерево определяет возможные пути развития аварии. Оно описывает отказы опасного производственного объекта, знание вероятности которых необходимо для определения безопасности полной системы опасного производственного объекта.

При рассмотрении последовательностей событий, реализующихся на каждой текущей стадии после включения в схему очередного события, производится идентификация конечных и промежуточных состояний. Исходное событие и промежуточные события группируются в последовательности, характеризующиеся одинаковыми конечными состояниями. На основе сформированных последовательностей событий для каждого состояния производится построение обобщенной структурно-логической модели дерева отказов, с целью выявления всех возможных причин, приводящих к рассматриваемому конечному состоянию. Методы дерева событий и дерева отказов являются основой вероятностного анализа безопасности (ВАБ) опасного производственного объекта.

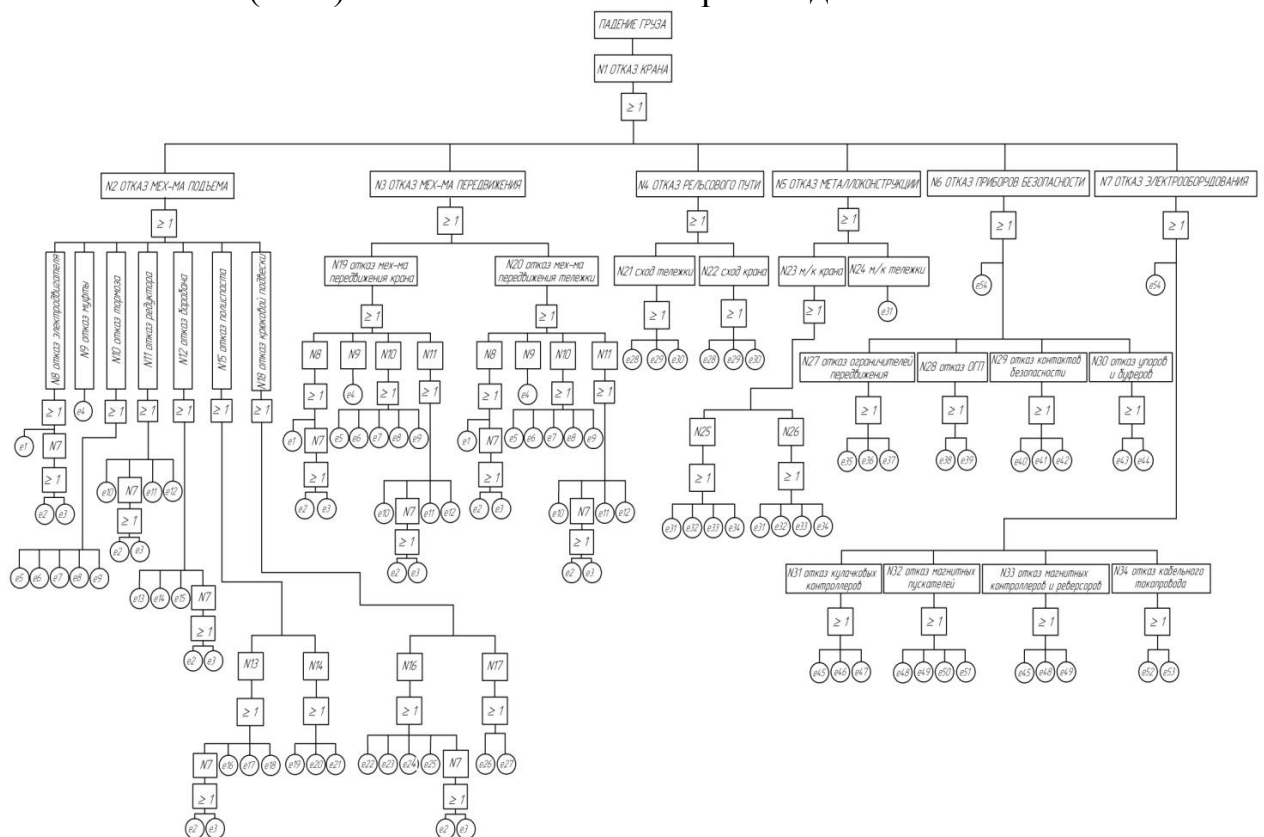


Рис. 1 Дерево отказов мостового крана

Опасным событием для мостового крана (рисунок) является падение груза или неуправляемое его перемещение. При структурном анализе безопасности установлены опасные события или отказы, приводящие к отказу крана. Данные отказы представлены в таблице.

На основании построенного дерева отказов определяется количественный риск отказа крана.

Элементы дерева отказов

<b>Обозначение</b>	<b>Причина</b>
N1	Отказ крана
N2	Отказ механизма подъема
N3	Отказ механизма передвижения
N4	Отказ рельсового пути
N5	Отказ металлоконструкции
N6	Отказ приборов безопасности
N7	Отказ электрооборудования
N8	Отказ электродвигателя
N9	Отказ подшипника
N10	Отказ муфты
N11	Отказ тормоза
N12	Отказ редуктора
N13	Отказ барабана
N14	Отказ блоков
N15	Обрыв каната
N16	Отказ полиспаста
N17	Отказ траверсы
N18	Отказ крюка
N19	Отказ крюковой подвески
N20	Отказ механизма передвижения крана
N21	Отказ механизма передвижения тележки
N22	Сход тележки с рельс
N23	Сход крана с рельс
N24	Отказ металлоконструкции крана
N25	Разрушение главных балок
N26	Разрушение концевых балок
N27	Отказ металлоконструкции тележки
N28	Отказ ограничителей передвижения
N29	Отказ ограничителя грузоподъемности
N30	Отказ контактов безопасности
N31	Отказ упоров и буферов
N32	Отказ кулачковых контроллеров
N33	Отказ магнитных пускателей
N34	Отказ магнитных контроллеров и реверсоров
N35	Отказ кабельного токопровода



<b>Продолжение таблицы</b>	
e1	Отказ катушки
e2	Излом роликов
e3	Излом сепаратора
e4	Износ зубьев
e5	Трещина в ободке
e6	Трещина в колодках
e7	Излом пружины
e8	Отказ гидротолкателя или электромагнита
e9	Отсутствие крепежных элементов
e10	Отсутствие масла
e11	Излом зубчатого колеса
e12	Отказ вала
e13	Отказ опоры
e14	Срыв резьбы в канатных зажимах
e15	Повреждение гребней канатных ручьев
e16	Трещины
e17	Откол реборды
e18	Деформация
e19	Обрыв сердечника
e20	Обрыв пряди
e21	Износ проволок
e22	Трещина в металлоконструкции
e23	Отказ стопорной гайки
e24	Отказ стопорной планки
e25	Отказ коромысла
e26	Разгиб крюка
e27	Трещина в сечении крюка
e28	Разрушение ходовых колес
e29	Излом рельс
e30	Излом роликов
e31	Трещины в сварных соединениях
e32	Изгиб
e33	Скручивание
e34	Трещины в металле
e35	Отказ ограничителя механизма подъема
e36	Отказ ограничителя механизма передвижения крана
e37	Отказ ограничителя механизма передвижения тележки
e38	Неисправность датчика
e39	Неисправность блока
e40	Отказ выключателя двери тамбура кабины
e41	Отказ аварийного выключателя питания крана
e42	Отказ выключателя питания крана при открытии люка

<b>Продолжение таблицы</b>	
e43	Неисправность упругих элементов
e44	Отсутствие крепежных элементов
e45	Наличие заеданий
e46	Неисправность гибких соединений
e47	Ослабление и износ контактов
e48	Наличие грязи и пыли
e49	Подгорание контактов
e50	Отсутствие воздушного зазора
e51	Наличие трещин в короткозамкнутых витках
e52	Заедание каретки
e53	Неисправность кабеля
e54	Неисправность проводки

### **Список литературы**

1. Чичерин С.С. *Повышение безопасности мостовых кранов на основе анализа и оценки риска эксплуатации конструктивных элементов металлоконструкции: Автореф. дис. канд. техн. наук. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003.*
2. *ГОСТ Р 51901.1-2002. Анализ риска технологических систем.*
3. Карышев А.В. *Структурный анализ и построение дерева отказа заливочного крана. - Известия ТулГУ. Сер. Подъемно-транспортные машины и оборудование. Вып. 7. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. - 259с.*

## **ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ УЩЕМЛЕННЫХ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ВЕНТРАЛЬНЫХ ГРЫЖ**

Н.У. Садыкова, П.Г. Бронштейн, М.А. Шляхова, Ю.А. Демченко  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Послеоперационные грыжи развиваются, по данным крупных мировых исследований, у 11-19 % пациентов, перенесших лапаротомию, и трети таких больных в дальнейшем проводится хирургическое вмешательство по поводу грыжи. Одним из грозных осложнений вентральных грыж является ущемление. Среди острых хирургических заболеваний брюшной полости ущемление грыжи по частоте занимает второе место после острого аппендицита. Наиболее эффективными при хирургическом лечении этих больных оказались способы с использованием для пластики передней брюшной стенки сетчатых протезов.

**Цель работы.** Изучить результаты хирургического лечения ущемленных послеоперационных грыж с использованием сетчатых эндопротезов.

**Материал и методы.** Исследования основаны на анализе результатов 284 операций герниопластики, выполненных при ущемленных послеоперационных вентральных грыжах в 1 хирургическом отделении

МУЗ ТГК БСМП им.Д.Я.Ваныкина в 2006-2010 г.г. Возраст пациентов находился в пределах от 30 до 80 лет, средний возраст 64,3 года. Женщин было 212(75 %), мужчин -72(25 %). Локализация грыж: чаще всего после срединных лапаротомий -248(88 %), после косого подреберного доступа по Федорову - 26(9 %), после разреза в правой подвздошной области по Волковичу-Дьяконову -6(2 %) и в левой боковой области после нефрэктомии -4(1 %). Все пациенты перед операцией были консультированы терапевтом, выявлена различная сопутствующая патология: атеросклеротическая болезнь сердца – у 218(77 %), артериальная гипертензия - у 118(42 %), сахарный диабет - у 93(33 %), ожирение- у 114(40 %). Большинство больных страдали двумя и более хроническими заболеваниями. С грыжами W1 было 42(15 %) пациентов, W2- 114(40 %), W3- 105(37 %), W4- 23(8 %), R1-5(1,8 %), R2-2(0,7 %) – по классификации Chevrel-Rath (1999г.). В исследование не включали больных с длительностью ущемления более 1 суток и выраженными явлениями острой кишечной непроходимости в связи с развившимися признаками синдрома интраабдоминальной гипертензии, которые требовали дополнительной коррекции.

**Результаты.** Все больные оперированы в экстренном порядке под эндотрахеальным наркозом. У 18 больных после рассечения ущемляющего кольца обнаружен некроз участка тонкой кишки, что потребовало выполнения резекции кишки. Всем пациентам произведена герниопластика, для которой использовали полипропиленовые эндопротезы «Prolen» фирмы «Ethicon» (США) и «Эсфил» фирмы «Линтекс»(Россия). Для фиксации протезов использовали полипропиленовые нити. Во всех случаях выполнялось закрытие протезом всего послеоперационного рубца. Импланты перекрывали края дефекта не менее чем на 5см. Протез фиксировался в положении sublay в 86(30 %) случаях, onlay- в 13(4,6 %) случаях. При невозможности сблизить края апоневроза без натяжения кишечник укрывался остатками грыжевого мешка, вскрывались фасциальные футляры прямых мышц живота, отслаивался передний листок, эндопротез укладывался между прямой мышцей и передним листком, фиксировался непрерывным швом. Вторым этажом швов край переднего листка подшивался к сетке. Таких операций выполнено 185(65,4 %). Во всех случаях производилось дренирование пространства над сеткой на протяжении не более 5 суток. Дренаж удалялся независимо от количества отделяемого, в дальнейшем скопившуюся серозную жидкость удаляли пункционно.

В послеоперационном периоде отмечены следующие осложнения: инфильтрат по раны –у 15 больных(5,3 %), нагноение –у 8(2,8 %), серома – у 148(52 %). 12 случаев инфильтрата и 4 нагноения возникли у пациентов с развившимся некрозом ущемленной кишки, 3 случая нагноения -у больных с сопутствующим сахарным диабетом. Лечение гнойных раневых осложнений проводилось без удаления имплантов. Серомы отмечены при фиксации эндопротеза в положении onlay или в слоях передней брюшной стенки (inlay), т.е. при контакте сетки с подкожной жировой клетчаткой. Для ликвидации сером использовали пункционный метод, потребовалось от 1 до 15 пункций.

Рецидивы выявлены у 3(1 %) пациентов, причиной явился неправильный выбор размеров эндопротеза. Рецидивы отмечены у 1 пациента в группе без послеоперационных раневых осложнений, у 2 - после нагноений послеоперационной раны. Летальных исходов не было.

**Выводы.** Фиксация протеза в слоях передней брюшной стенки (inlay) – надежный и безопасный способ грыжесечения при ущемленных послеоперационных вентральных грыжах. Формирование послеоперационных осложнений не влияет на количество рецидивов.

### Список литературы

1. Адамян А.А. Результаты использования полипропиленовой сетки-PROLENE (Ethicon) при послеоперационных вентральных грыжах / А.А. Адамян, Б.Ш. Гогия // Реконструктивная и пластическая хирургия: тез. симпозиума. - М., 2001. - С. 41.

2. Белоконев В.И. Патогенетическое обоснование комбинированного способа лечения послеоперационной грыжи брюшной стенки и результаты его применения / В.И. Белоконев, З.В. Ковалева, С.Ю. Пушкин и др. // Клиническая хирургия. - 2003. - № 11. - С 6-7.

3. Чугунов А.Н. Современное состояние вопроса о методах хирургического лечения больных с послеоперационными вентральными грыжами / Чугунов А.Н., Славин Л.Е., Замалеев А.З.// *Анналы хирургии.* - 2007. - №4. - С.14-17.

4. Богданов Д.Ю. Сравнительные характеристики герниопластик при послеоперационных грыжах живота / Богданов Д.Ю., Рутенбург Г.Н., Наурбаев Н.С., Алишихов Ш.А., Григоров Д.П., Киреев А.А.// *Эндоскопическая хирургия.* - 2008. - №6. - С.3-13.

5. Лядов В.К. Клинический опыт лапароскопической интраперитонеальной пластики послеоперационных грыж (Обзор литературы) / Лядов В.К., Егиев В.Н.// *Герниология.* - 2008. - №1. - С.44-47.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КРАНОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМИ МЕТОДАМИ

Г.В. Селиверстов, В.С. Барникова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Основной целью решения проблемы коррозионного изнашивания крановых металлоконструкций является продление сроков эксплуатации до их морального износа. До настоящего времени она не решена в мировом масштабе.

При проведении обследования грузоподъемного крана визуальный осмотр предшествует проведению ультразвуковой толщинометрии [1]. Согласно

существующим в настоящий момент руководящим документам, предлагается проводить ультразвуковую толщиномирию нижнего пояса балок коробчатого сечения, как элемент металлоконструкции наиболее сильно подверженный коррозионно-механическому изнашиванию, как результате скопления во внутренних полостях главных балок крана влаги.

На основании полученных результатов выполняется оценка влияния коррозии несущих элементов металлоконструкции.

Из опыта эксплуатации мостовых кранов известно о сильной коррозии нижнего пояса, на чем основана методика проведения ультразвуковой толщиномирии металлоконструкций. Высокая степень коррозии нижнего пояса объясняется невозможностью возобновления защитных лакокрасочных покрытий внутренних площадей балки и скоплением влаги как результат конденсации воздуха. Поэтому, коррозионные повреждения верхнего и нижнего поясов следует считать сопоставимыми.

На основании полученных результатов выполняется оценка влияния коррозии несущих элементов металлоконструкции.

Коррозия же боковых стенок развивается неравномерно, достигая максимального значения в узлах соединения с нижним поясом, что происходит в результате стекания влаги. Скорость коррозии в этом узле меньше максимально наблюдаемой, но риск сквозного разрушения гораздо выше. Это связано с возможностью одновременного повреждения как внешней, так и внутренней поверхностей стенки, в результате чего скорость коррозии увеличивается вдвое. Другую опасность представляет масштабный фактор. Как известно при расчете и конструировании мостовых кранов обычно толщина поясов принимается больше толщины боковых стенок в 1,5–2 раза, то есть при сопоставимых значениях скорости коррозии стенка разрушится быстрее.

В настоящее время для контроля коррозионных повреждений наиболее часто применяют метод визуального контроля. Его применяют для поиска поверхностных дефектов коррозионных повреждений, доступных для непосредственного осмотра, а также для анализа характера и определения типа поверхностных дефектов. Он заключается в том, что определяют места коррозионного повреждения и визуально оценивают состояние материала. К недостаткам метода относят высокую субъективность при оценке степени коррозионной поврежденности.

Кроме этого также применяется способ контроля коррозионного повреждения с помощью ультразвуковой толщиномирии, заключающейся в том, что определяют очаг коррозионного повреждения, устанавливают на него ультразвуковой датчик и определяют остаточную толщину материала не задетого коррозией. К недостаткам ультразвукового метода относится невозможность определения поврежденности материала при наличии коррозии поверхностного слоя, когда толщина материала практически неизменна. Однако, даже при такой коррозии происходит изменение механических свойств материала, что приводит к снижению его прочности.

Для устранения перечисленных недостатков был разработан метод автоматизированного контроля, задачами которого являлись повышение

надежности и разрешающей способности диагностики поверхностных коррозионных повреждений металлоконструкций с возможностью наблюдения кинетики процесса накопления коррозионного повреждения во времени.

Для реализации этого метода необходимо выполнить следующую последовательность действий: определить очаг коррозионного повреждения металлоконструкции, установить на него датчик и исследовать степень коррозионной поврежденности материала. Бесконтактным оптическим рефлектометрическим методом проводят исследование поверхности очага коррозии, фиксируя при этом изменение оптических свойств поверхности.

Регистрируют и анализируют сигналы с оптоэлектронного преобразователя, характеризующие изменение оптических свойств поверхности очага коррозии, которое происходит в результате накопления коррозионных повреждений. Обнаружение оптическим методом и количественная оценка изменений оптических свойств поверхности материала позволяет судить об коррозионных повреждениях исследуемой металлоконструкции и оценить степень коррозионного повреждения ее, а также определить изменение механических свойств материала, которое можно вычислить по известным методикам.

Совпадение показателей отражательной способности поверхностей обследуемой конструкции и образца-свидетеля приводит к присваиванию полученному коэффициенту спектрального рассеяния определенного значения глубины деградации, измеренного на образце-свидетеле.

### Список литературы

1. *Диагностирование грузоподъемных машин / В.И. Сероштан, Ю.С. Огарь, А.И. Головин и др.: Под ред. В.И. Сероштана, Ю.С. Огаря. – М.: Машиностроение, 1992. – 192 с.*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНТАКСИКАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ, ТРАДИЦИОННЫМ И МЕТОДОМ НИЗКОПОТОЧНОЙ ПРОЛОНГИРОВАННОЙ ВЕНОВЕНОЗНОЙ ГЕМОДИАФИЛЬТРАЦИИ, У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ПАНКРЕАТИТОМ**

Д.В. Карапыш<sup>1</sup>, А.А. Асланян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тульский государственный университет,

<sup>2</sup>МУЗ ТГКБСМП имени Д.Я. Ваныкина,

г. Тула

Актуальность исследования: Острый панкреатит на сегодняшний день представляет собой одну из наиболее трудных задач хирургии. Возникновения и развития тяжелых форм острого панкреатита, до сих пор является предметом выражения полярных точек зрения. Среди множества факторов решающую роль зачастую играет эндогенная интоксикация и расстройства гемодинамики, что определяет тяжесть течения и прогноз заболевания. Токсическое

воздействие на организм оказывают активизированные панкреатические и лизосомальные ферменты, калликреин-кининовая система, биогенные амины, пептиды средней и низкой молекулярной массы, активация перекисного окисления липидов. Отсюда одной из приоритетных задач в решение проблемы лечения больных острым панкреатитом представляется в элиминации токсических легандов и коррекции основных показателей гомеостаза.

Цель исследования: Улучшить результаты лечения больных острым панкреатитом, за счет оптимизации методики дезинтоксикационной терапии. Сравнить различные методы дезинтоксикации (традиционный метод интенсивной терапии (ТИТ) и метод низкопоточной пролонгированной веновенозной гемодиализации (НПВВГДФ).

Материалы и методы: Нами было исследовано 138 пациентов с острым панкреатитом в условиях субкомпенсированной (СПОН) и декомпенсированной полиорганной недостаточности (ДПОН). Средний возраст составил  $51,6 \pm 3,5$  лет. Тяжесть состояния по шкале В.Б. Краснорогова (1994) составила  $4,5 \pm 0,91$  баллов, это соответствует тяжелому панкреатиту. Все пациенты получали «традиционную инфузионную терапию» (ТИТ) в условиях отделения реанимации первые сутки поступления. Изолированная оценка эффективности метода ТИТ проводилась у 84 пациентов – первая группа. Вторую группу составляли больные, к которым применялся метод низкопоточной пролонгированной веновенозной гемодиализации (НПВВГДФ) – это 54 пациента. Показанием для начала НПВВГДФ являлись: отсутствие эффекта от проводимой традиционной инфузионной терапии, в течение суток, снижение ОЦК и ОЦП на 3-8 %, увеличение воды в интерстициальном пространстве на 2-4 %, нарастание креатинина более 300 мкмоль/л, мочевины более 30 ммоль/л, билирубина более 55 мкмоль/л. Эффективность лечения оценивалась по изменениям биохимического, белкового, электролитного, глобулярного состава крови, центральной гемодинамики. Интервалы оценки ТИТ: 24, 72, 96 часов от начала терапии. Интервалы оценки НПВВГДФ: через 2, 6 часов от начала терапии, а также каждые 12 часов после терапии. Другие методы экстракорпоральной детоксикации нами не применялись в виду тяжести состояния больных, нестабильности гемодинамики, что является обязательным атрибутом для проведения основных методов экстракорпоральной детоксикации (гемосорбция, плазмаферез).

Техническое обеспечение процедуры НПВВГДФ: комплект «Prisma Set M100» (AN69), гепарин – 10 ЕД/кг массы тела в час, скорость кровотока 100-150 мл/мин, объем замещения: 40-45 мл/кг массы тела в час, длительность 10-40 часов, доступ – одна из центральных вен, катетеризация двухпросветным центральным венозным катетером (11,5-12,5F).

Результаты и обсуждение: Оценивая результаты проведенных нами исследований, был установлен тот факт, что у больных в группе, где проводилась только ТИТ, отмечалось достоверное снижение биохимических показателей почечно-печеночной недостаточности от исходных значений в 45 % случаев, во всех остальных случаях эти изменения прослеживаются в

тенденции. Так исходные значения BilT  $31,7 \pm 28,9$  мкмоль/л, через 24 часа  $32,3 \pm 22,6$ , через 48 часов  $31,4 \pm 18,7$ , через 72 часа  $27,4 \pm 17,6$ , через 96 часов  $25,3 \pm 16,8$ ; AST исходные значения  $64,2 \pm 17,4$  EU/L, через 24 часа  $59,1 \pm 15,4$ , через 48 часов  $57,3 \pm 13,6$ , через 72 часа  $52,2 \pm 11,2$ , через 96 часов  $47,4 \pm 10,7$ ; ALT исходные значения  $51,4 \pm 18,1$  EU/L, через 24 часа  $50,9 \pm 11,7$ , через 48 часов  $49,7 \pm 10,7$ , через 72 часа  $46,4 \pm 10,2$ , через 96 часов  $42,2 \pm 10,5$ ; CREA исходные значения  $153,2 \pm 37,9$  мкмоль/л, через 24 часа  $153 \pm 31,4$ , через 48 часов  $150,7 \pm 31,4$ , через 72 часа  $149,4 \pm 20,4$ , через 96 часов  $145 \pm 14,7$ ; UREA исходные значения  $10,1 \pm 3,6$  ммоль/л, через 24 часа  $10,9 \pm 2,9$ , через 48 часов  $9,9 \pm 2,7$ , через 72 часа  $9,5 \pm 2,8$ , через 96 часов  $9,3 \pm 2,8$ ; AMY исходные значения  $10,69 \pm 2,7$  EU/L, через 24 часа  $9,9 \pm 1,9$ , через 48 часов  $9,7 \pm 1,7$ , через 72 часа  $8,9 \pm 2,1$ , через 96 часов  $7,9 \pm 1,9$  ( $p > 0,05$ ).

Наиболее отчетливо эти изменения отмечаются со 2 суток лечения ТИТ с последующим незначительным нарастанием положительного результата к 4 суткам (GLU ммоль/л исходная  $8,7 \pm 1,7$ , через 24 часа  $6,9 \pm 1,6$ , через 48 часов  $6,3 \pm 1,2$ , через 72 часа  $5,3 \pm 1,6$ , через 96 часов  $5,7 \pm 1,1$ , при  $t=1,15-1,48$ ). Показатели общего белка крови при ТИТ не изменились (ProT исходные значения, г/л  $62,1 \pm 1,4$ , через 96 часов  $62,1 \pm 1,6$ ), что закономерно и связано с механизмом детоксикации метода.

Проведенный анализ гемодинамических показателей отметил достоверное повышение центрального венозного давления, причем эти изменения в сравнении с исходными показателями регистрируются на достоверном уровне с первых суток лечения, повысилось артериальное давление и уменьшилось общее периферическое сопротивление. ЦВД, мм.водн.ст. исходные значения  $20,4 \pm 3,2$ , через 24 часа  $32,6 \pm 4,6$  ( $p < 0,05$ ), через 48 часов  $48,4 \pm 6,3$  ( $p < 0,05$ ), через 72 часа  $58,7 \pm 9,7$  ( $p < 0,05$ ), через 96 часов  $64,5 \pm 6,5$  ( $p < 0,05$ ); ОПСС, дин\*с/см-5\*м<sup>2</sup> исходные значения  $3117 \pm 26$ , через 24 часа  $3220 \pm 32,8$  ( $p < 0,05$ ), через 48 часов  $3215 \pm 27,7$  ( $p < 0,05$ ), через 72 часа  $3231 \pm 55$  ( $p < 0,05$ ), через 96 часов  $3111 \pm 24,7$  ( $p < 0,05$ ); АДср., мм рт. ст. исходные значения  $106,3 \pm 3$ , через 24 часа  $114 \pm 2,3$  ( $p < 0,05$ ), через 48 часов  $127,6 \pm 2,4$  ( $p < 0,05$ ), через 72 часа  $124,1 \pm 2,1$  ( $p < 0,05$ ), через 96 часов  $123,1 \pm 2,7$  ( $p < 0,05$ ). Однако, несмотря на положительные результаты, полученные в ходе лечения ТИТ, к сожалению даже на 4 сутки нам не удалось нормализовать указанные гемодинамические показатели, так как уровень токсемии и метаболического дисбаланса не удается нормализовать за столь короткий период времени.

Показатели второй группы исследования, в которой проводили интенсивную инфузионную терапию в сочетании с НПВВГДФ несколько отличались. В частности проведение НПВВГДФ, сочетающее конвекционные и диффузионные механизмы детоксикации, позволило значительно снизить уровень билирубина, креатинина и мочевины, амилазы, глюкозы, концентрация которых перед началом процедур, значительно превышала значение нормальных показателей. BilT исходные значения  $67,9 \pm 12,7$  мкмоль/л, через 6 часов  $62,5 \pm 10,3$ , через 12 часов  $45,3 \pm 9,3$ , через 24 часа  $31,6 \pm 5,2$  ( $p < 0,05$ ), через 1 час после завершения процедуры  $29,4 \pm 2,6$  ( $p < 0,05$ ); CREA исходные значения



324±48,3 мкмоль/л, через 6 часов 291,3±43,2, через 12 часов 242,43±5,3, через 24 часа 224,3±4,8 ( $p<0,05$ ), через 1 час после завершения процедуры 181,7±3,8 ( $p<0,05$ ); UREA исходные значения 33,8±5,5 ммоль/л, через 6 часов 27,9±4,3, через 12 часов 25,43±3,3, через 24 часа 18,7±2,3 ( $p<0,05$ ), через 1 час после завершения процедуры 15,2±3,4 ( $p<0,05$ ); АМУ исходные значения 72,4±11,06 EU/L, через 6 часов 71,7±8,7, через 12 часов 67,7±7,9, через 24 часа 54,7±8,1, через 1 час после завершения процедуры 49,5±9,8; GLU исходные значения 11,7±1,7 ммоль/л, через 6 часов 10,9±1,4, через 12 часов 7,3±1,2 ( $p<0,05$ ), через 24 часа 6,5±1,3 ( $p<0,05$ ), через 1 час после завершения процедуры 6,3±1,1 ( $p<0,05$ ).

Изменение биохимических показателей достоверно начинали регистрироваться уже через 24 часа диализной терапии и оставались стабильными у большинства больных после процедуры 87 % (деэскалация эндотоксикоза в 13 %). При этом если концентрация билирубина в 57 % случаев после 36 часов НПВВГДФ достигала нормальных и субнормальных значений.

Уровень аминотрансфераз оставался повышенным на 15-23 % по сравнению с нормой (ASAT исходные значения 72,2±17,4 EU/L, через 1 час после завершения процедуры 47,4±13,4; ALAT исходные значения 71,4±18,1 EU/L, через 1 час после завершения процедуры 50,3±10,6). Это может свидетельствовать о недостаточной компенсации функции печени после однократной процедуры и являться показанием для серии процедур.

Увеличение токсемии после НПВВГДФ в условиях хирургического эндотоксикоза отмечено не было. Одним из положительных свойств метода является отсутствия значительного влияния на уровень общего белка крови. Количество общего белка крови через час после завершения процедуры снизилось, в среднем на 7,3 %. ProT исходные значения 57,4±1,2 г/л, через 1 час после завершения процедуры 53,2±1,1.

Метод НПВВГДФ при проведении хорошо переносился больными, ознобов, аллергических реакций, нарушений центральной гемодинамики отмечено не было. НПВВГДФ сопровождался практически линейным улучшением показателей центральной гемодинамики. ЦВД исходные значения 20,4±3,2 мм.вод.ст., через 2 часа 48,4±6,3 ( $p<0,05$ ), через 12 часов 58,7±9,3 ( $p<0,05$ ), через 24 часа 64,5±6,5 ( $p<0,05$ ), через 1 час после завершения процедуры 68,2±7,1 ( $p<0,05$ ); ОПСС исходные значения 3117±26 дин\*с/см<sup>-5</sup>\*м<sup>2</sup>, через 2 часа 3215±27,7 ( $p<0,05$ ), через 12 часов 3231±4,3, через 24 часа 3111±24,7, через 1 час после завершения процедуры 2915±23,2 ( $p<0,05$ ); АДср. исходные значения 106,3±3 мм.рт.ст., через 2 часа 127±2,4 ( $p<0,05$ ), через 12 часов 124,1±1,9 ( $p<0,05$ ), через 24 часа 123,1±2,7 ( $p<0,05$ ), через 1 час после завершения процедуры 119±2,4 ( $p<0,05$ ). В процессе диализной терапии уже через 2 часа фиксировались первые достоверные положительные гемодинамические сдвиги, рост ЦВД, ОПСС, которые нарастали к окончанию процедуры и сохранялись после нее.

Влияние НПВВГДФ на глобулярный состав крови (эритроциты, гемоглобин, тромбоциты) незначительны и недостоверны. Нами отмечены

уменьшение лейкоцитов крови с улучшением лейкограммы: WBC исходные значения  $15,26 \pm 7,40 \cdot 10^9/\text{л}$ ; через 6 часов  $12,03 \pm 3,10$ ; через 12 часов  $11,08 \pm 3,3$ ; через 24 часа  $10,5 \pm 2,6$ , а через 36 часов  $9,1 \pm 1,7$ .

Для улучшения оценки эффективности предложенных методов лечения, нами был введен «коэффициент эффективности» ( $k=M1/M2$ ), где M1 и M2 это средние показатели биохимических и гемодинамических критериев оценки эндотоксикоза. Оценка проводилась через 24 часа лечения тем или иным методом. Все это позволило сравнить эффективность выбранного способа лечения с учетом исходных значений интоксикации.

Так при сравнении достоверных различий в эффективности снижения исходно высоких значений биохимических показателей, методы не выявили. При этом отмечены более выраженные тенденции некоторых биохимических показателей интоксикации в группе НПВВГДФ (ТИТ прямая фракция билирубина  $k=11 \pm 3,4$ ; НПВВГДФ  $k=19 \pm 4,3$  при  $t=1,62$  и непрямая фракция билирубина  $k=10 \pm 3,3$ ; НПВВГДФ  $k=17 \pm 4,1$  при  $t=1,24$ ; ТИТ мочевины  $k=11 \pm 3,4$ ; НПВВГДФ  $k=18 \pm 4,2$  при  $t=1,35$ ). В гемодинамических показателях только результаты ЦВД отметили достоверный сдвиг в сторону увеличения коэффициента эффективности (ТИТ ЦВД  $k=16 \pm 4,0$ , а в группе с НПВВГДФ  $k=32 \pm 5,1$  при  $p < 0,05$ ).

Заключение: Таким образом, учитывая, что нестабильная гемодинамика является одним из проявлений эндотоксикоза, применение традиционной интенсивной терапии вполне оправданно. Что подтверждается снижением биохимических показателей печечно-почечной недостаточности в 45 % случаях, достоверным повышением центрального венозного давления и уменьшением общего периферического сопротивления.

Применение метода «традиционной инфузионной терапии», как самостоятельного метода не оправданно, что подтверждается отсутствием достоверных различий между исходными показателями, а также более низким «критерием эффективности» чем при использовании в сочетании с методикой низкопоточной пролонгированной веновенозной гемодиализации.

Таким образом, показанием для начала низкопоточной пролонгированной веновенозной гемодиализации является субкомпенсированная и декомпенсированная полиорганная недостаточность, а также неэффективность традиционной инфузионной в течение суток лечения в палате интенсивной терапии.

Эффективный уровень снижения токсических легандов крови у больных с эндотоксикозом. А также отсутствие отрицательного влияния метода на показатели центральной гемодинамики, можно рассматривать, как показания к применению метода у больных с нестабильной гемодинамикой и риском развития полиорганной недостаточности.

Отсутствие эффекта «выброса токсинов» после проведения процедуры, незначительное влияние на концентрацию белка плазмы крови, а также отсутствие отрицательного влияния на глобулярный состав крови подтверждает безопасность метода низкопоточной пролонгированной веновенозной гемодиализации.

### Список литературы

1. Савельев В.С. Панкреонекрозы / В.С.Савельев, М.И. Филимонов, С.З.Бурневич. - М., 2008. - 116 с.
2. Алиева Л.М. Программированный плазмаферез и непрямое электрохимическое окисление крови и плазмы в комплексном лечении острого деструктивного панкреатита. //Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук-Москва.,2004г. Стр.44.
3. Девнозашвили Ш.Ш., Федоровский Н.М. Пролонгированная низкопоточная гемодиализация ("ПРИСМА") в комплексном лечении хирургического эндотоксикоза. Клиническая анестезиология и реаниматология. 2004. Том 1. №3. Стр.16.
4. Савельев В.С., Гельфанд Б.Р., Гологорский В.А., Филимонов М.И., Бурневич С.З. Деструктивный панкреатит в свете современных представлений о сепсисе. Анналы хирургии. 1999; 5: 26-9.
5. Федосеев А.В. Экстракорпоральные методы детоксикации в лечении хирургического эндотоксикоза: дис. ... д-ра мед. наук / А.В.Федосеев. - Рязань, 1998. - 254 с.

## ПЕРФОРАТИВНЫЙ ДИВЕРТИКУЛ 12 ПЕРСТНОЙ КИШКИ, КАК СЛОЖНЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ, АЛГОРИТМ ВЕДЕНИЯ

Д.В. Карапыш, Е.Н. Агуреев  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Актуальность: Дивертикулом (от лат. *diverto, divertere* - сворачивать, направлять в другую сторону) называется выпячивание стенки полого органа, сообщающееся с его просветом. Дуоденальные дивертикулы обычно описывают как однотипные патологические изменения. Данные статистики настоящего времени указывают, что дуоденальный дивертикул является довольно частой находкой патологоанатомов (от 3 до 13 %), тогда как клинические исследования говорят за редкость этого заболевания: от 1,2 % до 3,7 %. Такое расхождение между результатами объясняется тем, что в настоящее время не достаточно хорошо разработана семиотика дуоденальных дивертикулов. Так, эзофагогастродуоденоскопия (ЭФГДС) выявляет заболевание, у 1/3 из числа больных, которым диагноз установлен рентгенологически. Для желудка этот показатель еще ниже. Несмотря на то, что на сегодняшний день накоплен достаточно большой опыт ультразвуковой диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта, в доступной литературе мы не встретили ни одного случая успешной ультразвуковой диагностики дивертикулов желудка или двенадцатиперстной кишки. Все это и ведет к тому, что при осложнении дивертикулита 12 перстной кишки забрюшинной перфорацией поставить диагноз вне операционного стола крайне

сложно. Необходимо подчеркнуть, что и даже при открытой брюшной полости, если хирург недостаточно информирован, он может не диагностировать перфоративный дуоденальный дивертикулит, а отсюда и низкий процент ранних выявлений перфоративных осложнений, при столь высоком проценте летальности 50 %.

Цель наблюдения: На конкретном клиническом примере определить тактический алгоритм обследования и лечения больных с перфоративным дивертикулом 12 перстной кишки, с целью улучшения результатов диагностики и лечения этого осложнения в хирургии.

Клиническое наблюдение:

Больная Г., 77 лет обратилась в хирургическое отделение БСМП 09.11.11 в 19.00 с жалобами на постоянную ноющую боль по всему животу умеренной интенсивности, слабость сухость во рту, ломоту в мышцах нижних конечностей, подъем температуры до 38,5 ГрС.

Из анамнеза известно, что около 5,5 часов назад среди полного здоровья отметила сильную боль в верхней половине живота, позже интенсивность боли уменьшилась, приняв постоянный характер, больше по правой половине живота, отмечался подъем температуры до 38,5 ГрС. С целью самолечения больная приняла 2 таблетки но-шпа, без эффекта. Учитывая сохраняющийся болевой синдром и отсутствие эффекта от самолечения, больная, самостоятельно вызвана бригаду СМП. По СМП с диагнозом обострения хронического холецистита, доставлена в приемный покой хирургического отделения БСМП.

При осмотре отмечено: общее состояние среднетяжёлое, больная в сознании, относительно активна. В анамнезе хронический калькулезный холецистит, сахарный диабет 2 типа инсулин независимый, среднетяжелого течения, субкомпенсированный (длительностью 3 года), аппендэктомия около 3 лет назад. Язвенный анамнез отрицает.

Объективно: Со стороны сердечнососудистой системы и легких отклонений не выявлено. Пульс 74 уд. в 1 мин, ритмичный, хорошего наполнения. АД = 130/80 мм рт. ст. Язык влажный, обложен белым налетом. Живот подвздут, мягкий, умеренно болезненный при пальпации в правой половине, в нижних отделах справа сомнительный симптом раздражения брюшины. Объемных образований брюшной полости при пальпации не определяется. Печень не увеличена, не пальпируется. В клинических анализах при поступлении отмечался лейкоцитоз  $15 \times 10^9/\text{л}$ , сдвиг формулы влево (пал 12 %, сегм 65 %), ускорение СОЭ- 30 мм/ч. В анализах мочи значимых отклонений от нормы не выявлено, диастаза мочи -32 ед.

Для исключения патологии со стороны желчного пузыря, поджелудочной железы и органов забрюшинного пространства производилось УЗИ, ЭФГДС, рентгенография органов брюшной полости.

На УЗИ органов брюшной полости: детальный осмотр был затруднен из-за пневматоза толстого и тонкого кишечника. Осмотр на УЗИ не выявил изменений со стороны желчного пузыря, поджелудочной железы забрюшинной клетчатки. В брюшной полости жидкости не определялось.

ЭФГДС выявил картину субатрофического гастрита. На инсуффляцию воздуха в желудок и 12 перстную кишку болевой синдром не усилился, что как правило, характерно для перфорации в свободную брюшную полость.

На рентгенографии органов брюшной полости отмечен пневматоз толстого кишечника, патологических изменений в свободной брюшной полости и забрюшинном пространстве не определялось.

Тактически было принято решение после проведения кратковременной консервативной терапии и оценки динамики состояния на ее проведение, диагностическое лапароскопическое исследование органов брюшной полости. В динамике через 2 часа консервативной терапии определялась некоторая отрицательная динамика: отмечено напряжение мышц передней брюшной стенки в проекции правой половины живота в нижних отделах живота справа сохранялись сомнительные симптомы раздражения брюшины.

На лапароскопии: в брюшной полости скудное количество желтого мутного выпота, в основном в малом тазу справа, там же отмечается умеренная гиперемия париетальной брюшины. Печень гладкая блестящая край заострен, желчный пузырь без видимой патологии. Петли тонкого и толстого кишечника умеренно поддуты, стенка розовая, перистальтика вялая. Селезенка не визуализируется. З-е: Перитонит.

Учитывая анамнестические данные начала заболевания (боли возникли остро, внезапно на фоне полного здоровья), данные общего обследования больного и их динамики (боли в животе нарастали, стало определяться напряжение мышц передней брюшной стенки в проекции правой половины живота, сохраняется сомнительные симптомы раздражения брюшины). А также руководствуясь результатами лапароскопии З-е: Перитонит. Нами были поставлены показания для оперативного лечения из срединного лапаротомного доступа под общим обезболиванием. Планировалась интраоперационная диагностика острого состояния больной и его ликвидация.

От момента поступления в стационар до оперативного вмешательства прошло около 4 часов.

Интраоперационно от 09.11.11 в 23.15: в брюшной полости в боковых отделах и малом тазу скудное количество светло-желтого выпота, париетальная брюшина в тазу несколько инъецирована сосудами, без налета фибрина. Петли тонкого и толстого кишечника слегка поддуты, серозная оболочка блестящая, кишечная перистальтика не нарушена. Желчный пузырь в размерах не увеличен, не напряжен, сероза блестящая. В просвете желчного пузыря определяются конкременты. При дальнейшей ревизии органов брюшной полости в проекции дуоденоеёнального перехода тощая кишка сегментарно расширена, брюшина и клетчатка вокруг инфильтрированы и имбибированы зеленым пропитыванием. Заподозрена перфорация забрюшинного отдела 12 перстной кишки. Произведена мобилизация 12 перстной кишки по Vautrin-Kocher, для обнажения места перфорации. Тщательным образом произведена ревизия, в результате которой в проекции противобрыжеечного края нижней горизонтальной ветви 12 перстной кишки обнаружен дивертикул величиной с лесной орех 2-2,5 см на широком основании и инфильтрированными стенками

на верхушки которого перфоративное отверстие до 2-3 мм в диаметре. Клетчаточное пространство в проекции дивертикула имbibированно с желчным пропитыванием. Учитывая небольшой срок заболевания отсутствие явных явлений перитонита, а также мобильности стенки 12 перстной кишки, принято решение первично резецировать дивертикул у основания с наложением бокового двухрядного шва 12 перстной кишки, что и выполнено. К швам 12 перстной кишки подведен ПХВ дренаж с перчаточномарлевым тампоном по типу «Пенроза». За место ушивания кишки заведен назогастроинтестинальный зонд. Ревизия сальниковой сумки и поверхности поджелудочной железы, без особенностей. Брюшная полость осушена и обработана раствором антисептика, дренирована через отбельную контрапертуру в таз.

Послеоперационный период протекал относительно гладко, дренажи были удалены соответственно на 4 и 9 сутки. Тампон удален на 8 сутки. Швы сняты на 10 сутки (19.11.11) заживление per prima. Больная была выписана в удовлетворительном состоянии на 11 сутки (20.11.11) от заболевания.

Патогистологическое заключение удаленного материала (дивертикула) от 11.11.11: полный дивертикул тонкой кишки, дивертикулит, перфоративное отверстие стенки дивертикула.

**Заключение:** Таким образом, в случае дифференциально-диагностического поиска острой хирургической патологии органов брюшной полости, с клиникой исключающей перфорацию полого органа в свободную брюшную полость, а также острый холецистит, острый панкреатит, при наличии в анамнезе внезапно возникших острых болей в животе и сомнительными признаками раздражения брюшной полости, необходимо заподозрить, забрюшинную перфорацию полого органа.

Дополнительные инструментальные методы диагностики, такие как УЗИ, ЭФГДС, рентгеновское исследование органов брюшной полости не являются абсолютно достоверными, а позволяют при отсутствии учета анамнеза и объективных данных пропустить перфорацию дивертикула 12 перстной кишки. Только этапное обследование больного исключающее патологию органов дающих сходную симптоматику позволяет определиться с дальнейшей тактикой лечения и поставить правильно диагноз.

Такой подход позволил нам сократить время обследования и наблюдение за больной и поставить показания к экстренной операции через 4 часа от поступления в стационар и 9,5 часов от перфорации дивертикула.

При неопределенной клиннки острого заболевания органов брюшной полости необходимо прибегнуть к осмотру брюшной полости методом лапароскопического исследования. При том, что диагностическая ценность метода повышается при использовании видеолапароскопической техники.

### **Список литературы**

1. Бурков С.Г. Ультразвуковая диагностика заболеваний желудочно-кишечного тракта // *Врач*. - 1997. - N 1. - С. 16-18.

2. Герман С.В. Дивертикулярная болезнь толстой кишки: мифы и реальность // Рос. ж. Гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. - 2000. - N 1. - С. 66-75.

3. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике / Под ред. В.В. Митькова. IV том. - М.: Видар, 1997. - 388 с.

4. Крылов А.А., Земляной А.Г., Михайлович В.А., Иванов А.И. Неотложная гастроэнтерология. Руководство для врачей. - С.-Пб.: "Питер", 1997. - С. 139-164.

5. Бабиец А.П. Клиника, диагностика и лечение дивертикулов двенадцатиперстной кишки //Клиническая хирургия. 1969. - С. 81-82.

6. Вепринцев М.И. Осложнения дивертикулов двенадцатиперстной кишки //Вестник хирургии 1960. - №9. - С. 131-132.

7. Алексеенко А.А. К хирургическому лечению дивертикулов желудка и двенадцатиперстной кишки //Хирургия. 1964. - №9. - С. 48-53.

8. Telford G.L., Appel D. Diverticulitis // *Gastrointestinal emergencies* / Ed. M.V. Taylor. 1997. - P. 571-576.

## **МОДЕЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ НОВОГО АНЕСТЕТИКА ХЕ НА НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОГО КРИЗА**

И.Ю. Афонина, Ю.А. Мокрушина, В.В. Строилов,  
Р.Ф. Хабибуллин, Р.А. Павлова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Гипертонический криз** — это остро возникшее выраженное повышение артериального давления (АД), сопровождающиеся клиническими симптомами, требующиеся немедленного его снижения с целью предупреждения или ограничения поражения органов мишеней (ПОМ)[1]. Основой развития гипертонического криза является несостоятельность защитно-приспособительных функций и адаптационных возможностей центральной нервной системы, проявляющиеся нарушениями когнитивной и эмоциональной сферы. Последние обуславливают вспышки возбуждения и декомпенсацию механизмов, регулирующих постоянство действия сердечно - сосудистой системы[2]. В то же время многие исследователи подтверждают особо тесные связи сердечно-сосудистых заболеваний и депрессий. Коморбидность депрессии и гипертонической болезни составляет около 30 % [3]. Наличие депрессии у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями не только осложняет течение и терапию этих расстройств, но и сокращает продолжительность жизни больных. Гуманитарные и этические соображения требуют ранней антидепрессантной терапии, которая может входить в число мер неотложной помощи при депрессивных состояниях, сопряженных с соматическими заболеваниями. Высказанные соображения требуют поиска

эффективных способов лечебного воздействия на перечисленные состояния депрессии в ранней фазе терапии.

В настоящее время для купирования гипертонического криза используют стандартные группы препаратов, с учётом индивидуальных особенностей пациентов[1]:

- Вазодилататоры (нитроглицерин)
- Ингибиторы АПФ (каптоприл, эналаприл)
- Блокаторы Са – каналов (нифедипин)
- В - Адреноблокаторы (лабеталол)

Но данная терапия напрямую не воздействует на психоэмоциональное состояние пациентов. Учитывая опыт применения лечебного ксенонового наркоза в комплексном лечении синдрома отмены при опиатной зависимости и полученные при этом некоторые клинические лечебные эффекты, можно предположить, что такие симптомы как анергия, тревога, дисфория, страх, навязчивые мысли и влечения, боль при депрессии и синдроме отмены могут иметь общие нейрохимические мозговые механизмы. На добровольцах и больных наркоманией субнаркозные дозы ингаляций ксенона показывают улучшение концентрации внимания, увеличение активности, понижения уровня тревоги, достаточно стойкий анальгетический эффект[4]. К настоящему моменту в мире выполнено достаточно большое количество научных исследований, посвященных изучению влияния ксенона на различные системы гомеостаза и целостный организм. К наиболее значимым результатам, применительно к нашим исследованиям, можно отнести следующее:

В субнаркозных концентрациях ингаляционные воздействия ксеноном снижают уровень тревожности у людей.

В субнаркозных концентрациях ксенон оказывает антистрессорный эффект в отношении систем жизнеобеспечения человека.

**Цель работы:** изучить степень воздействия субнаркозных дозированных ингаляций ксенона на когнитивную и эмоциональную сферу пациентов с осложненной формой гипертонического криза в процессе лечения.

#### **Материалы и методы исследования.**

Обследованы две группы сопоставимых по возрасту и полу, пациентов по 15 человек в каждой с диагнозом: «гипертоническая болезнь, осложненная гипертоническим кризом». Пациенты находились на стационарном лечении в ТО МУЗ ТГКБСМП им. Д.Я. Ванькина г. Тулы. Группа № 1 (15 пациентов) получали стандартное лечение; группа № 2 (15-пациентов) получали стандартную терапию и ксенон-кислородные ингаляционные воздействия (ККИВ). Средний возраст пациентов в группе № 1 составил -  $43 \pm 7$  лет; в группе № 2 -  $44 \pm 6$  лет.

Проведено 5 сеансов ксенон - кислородных ингаляционных воздействий. ККИВ выполняли аппаратом КТН -01 по методике масочной ксеноновой анестезии по Бурову Н.Е. 2008 г. в собственной модификации.



ККИВ выполняли через день под контролем мониторингового наблюдения («Симона – 111»)

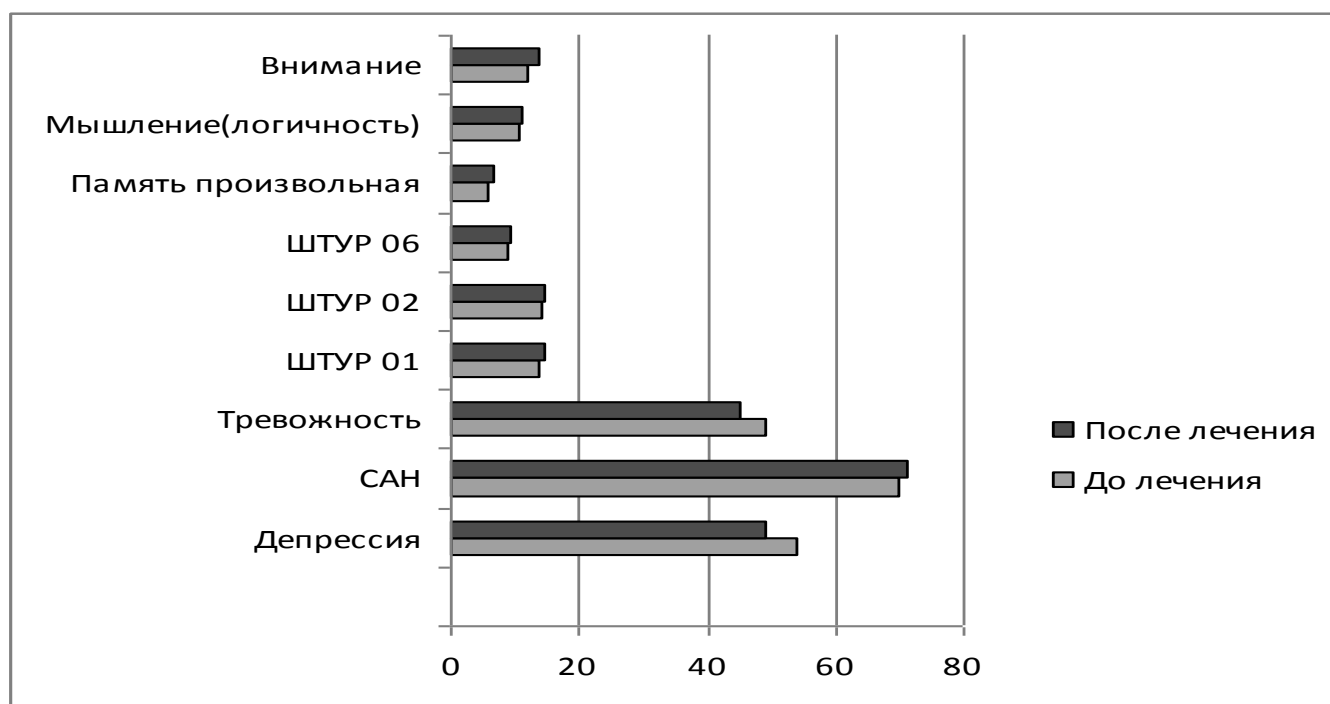
Состояние когнитивной и эмоциональной сферы определяли с помощью нейропсихологических тестов: внимание (расстановка чисел), память (произвольная), мышление (логичность), ШТУР01, ШТУР02, ШТУР06, тревожность (по Спилбергеру - Ханину), депрессия (по Балашовой), САН[7] на следующих этапах: при поступлении и по окончании интенсивной терапии.

### Обсуждение результатов:

В обеих группах отмечены сходные изменения. Отмечены снижения уровня внимания, мышления, памяти, осведомленности (ШТУР01,02,06). При этом отмечено повышение показателей уровня тревожности (по Спилбергеру-Ханину) и депрессии (по Балашовой), снижение уровня активности и настроения (САН). В процессе лечения в обеих группах наступили изменения в группе номер 1 (Таблица № 1) отмечено незначительное улучшение эмоционального статуса (тревожность, депрессия, САН), а состояние когнитивной сферы остались без существенных изменений.

Таблица 1

Изменение показателей психо-эмоциональной сферы у пациентов в группе № 1

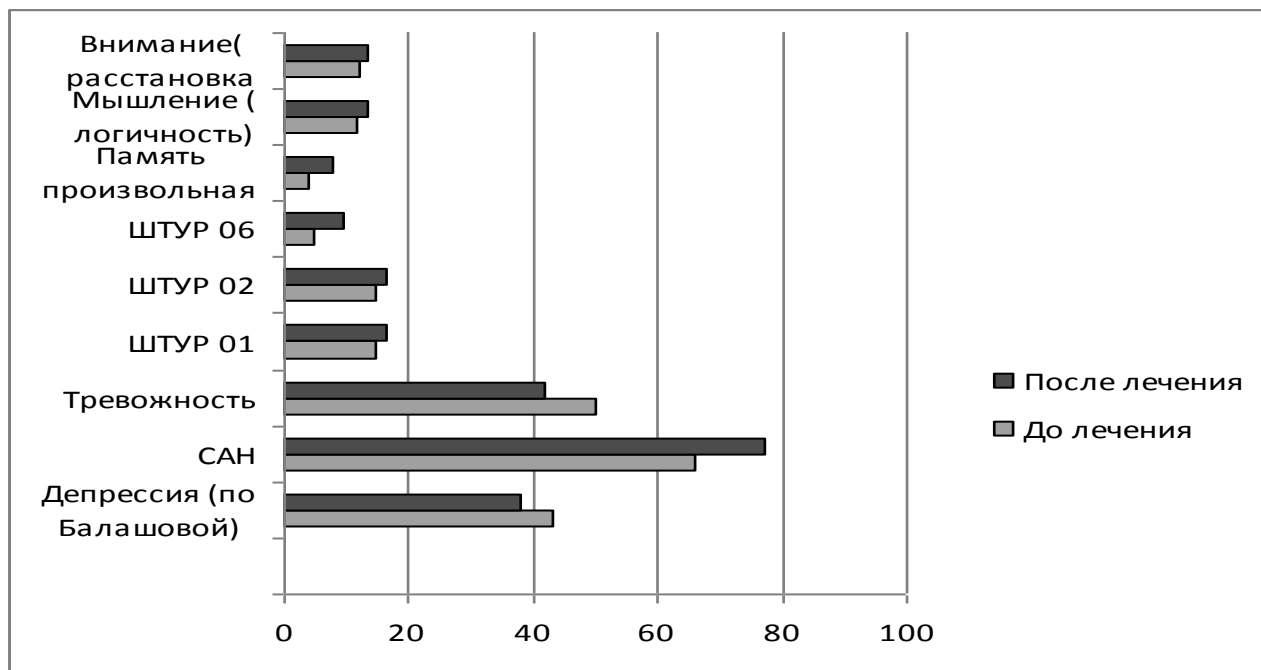


В группе № 2 наблюдались следующие изменения (табл. № 2):

отмечены более выраженные положительные изменения показателей эмоциональной сферы (снижение уровня депрессии, тревожности, повышение уровня настроения). Показатели когнитивной сферы, такие как память, внимание, мышление и осведомленность улучшились.

Таблица 2

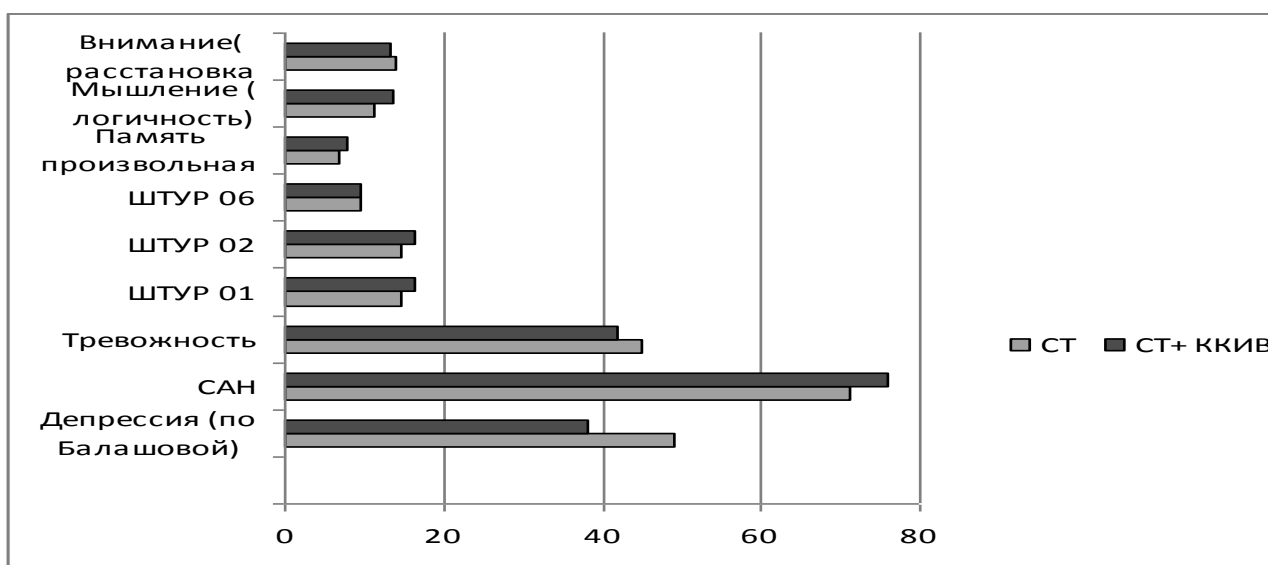
## Изменение показателей психо-эмоциональной сферы у пациентов в группе №2



При сравнении результатов обследования психо-эмоциональной сферах в обеих группах выявлены следующие изменения (табл. № 3), что в группе № 2 на фоне терапии ККИВ отмечено существенное положительное изменение в когнитивной сфере, что не наблюдается в группе № 1. Эмоциональные реакции на фоне лечения в обеих группах улучшаются, но более существенно в группе № 2. Показатели тестов на внимание в обеих группах достоверно не различаются.

Таблица 3

Сравнительная характеристика показателей психо-эмоциональной сферы в конце лечения



Выводы:

1. Гипертонический криз всегда сопровождается ухудшением показателей нейро-психологической сферы.

2. Стандартное лечение гипертонического криза вызывает незначительное улучшение эмоциональных показателей, существенно не влияя на когнитивную сферу.

3. Включение ККИВ в субнаркологических дозировках положительно влияют на эмоциональные показатели и улучшают когнитивную сферу.

#### Список литературы

1. ВНОК «Национальные клинические рекомендации» 2009. – 32 с.

2. Статья И.К. Шхвацабая, 1976; Е.В. Эрина, 1976.

3. Lyness J.M. et al . *Depressive symptoms, medical illness and functional status in depressed psychiatric inpatients.* – *Am.J. Psychiatry.* 1993. - V. 150. - PP. 910–915.

4. Naumov S. *The state of live support systems of an organism under action of xenon // The Fifth Annual Symposium Alphas – 2000.- 8-9 September, Ulm, Germani.- 2000.*

5. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.Н. *Ксенон в анестезиологии. Клинико-экспериментальное исследование.* – М.: Пульс, 2000. – 356 с.

6. *Депрессивные расстройства в медицинской практике: страдать или управлять?: Материалы II Российского образовательного симпозиума / Под ред. Н.А. Корнетова, В.М. Подхомутникова.* – Новокузнецк-Томск, 2000. – 91 с.

7. Визель, Т.Г. *Нейропсихологическое блиц-обследование: тесты по исследованию высших психических функций. Сфера, В. Секачев, 2007 г., 16-48*

8. Григорович Л.А. *Введение в профессию "психолог".* – Изд-во Гардарики, 2009. – С. 45-112.

9. Стец В.В. и др. *Ксеноновая анестезия у кардиохирургических больных с низкой фракцией выброса (<40 %).* В Сб. «Ксенон и инертные газы в медицине». М. ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. М. ГВКН им. Н. Бурденко. – 2008. - С.151-160.

10. Шурыгин В.В., Кутушев О.Т. *Применение ингаляции ксенон-кислородной смеси в комплексной терапии тревожно-депрессивных расстройств.* В Сб. «Ксенон и инертные газы в медицине», М. ГВКГ им. Н.Н.Бурденко, 2008. - С. 171-177.

## МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИВОДОВ ПОДАЧ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШТАТНЫХ ДАТЧИКОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Д.С. Вишневский

Тульский Государственный университет,

г. Тула

Техническое состояние приводов подач металлорежущих станков (МРС) оказывает существенное влияние на точность формообразования и качество обработанной поверхности. Динамические характеристики узлов МРС в

существенной мере отражают техническое состояние механического узла, и поэтому их исследование является основой разработки диагностических моделей и методик.

Анализ теоретических и экспериментальных исследований в этой области позволяет заключить, что динамика шпиндельных узлов исследована в достаточно полной мере. Что касается исследования динамических характеристик таких элементов приводов подач, как шариковинтовые пары, их опоры, направляющие суппорта, то они касаются в основном конструкторских разработок и оценки областей устойчивости при резании.

В настоящее время разработаны эффективные методы диагностики технического состояния узлов МРС на основе исследования динамических характеристик. Как правило, они предполагают использовать выносные датчики и комплекс переносного компьютерного оборудования, что затрудняет их использование в реальных производственных условиях.

Перспективным направлением в диагностических исследованиях в этом отношении является использование встроенных в современные станки с ЧПУ датчиков перемещений в цепи обратной связи. Оперативность предлагаемого метода несомненно обладает существенным достоинством.

Основным параметром для оценки динамических характеристик движения любого тела с определенной массой вдоль конкретной оси является скорость его перемещения в различные моменты времени, а именно характеристики изменения скорости движения от момента начала движения и до установившегося значения. При этом необходимо выбрать метод анализа измеряемых сигналов – во временной или частотной областях.

Проведенный предварительный анализ показал, что динамические процессы, например в суппортной группе, протекают преимущественно на собственных частотах. Поэтому применение частотных методов исследований и, например, спектрального анализа будут малоэффективны.

В связи с этим наиболее информативными являются характеристики переходных процессов изменения скорости перемещений во временной области основными параметрами которых являются:

- максимальное значение скорости;
- время переходного процесса;
- частота колебаний.

Рассмотрим возможность применения штатных датчиков перемещений МРС для измерения параметров переходных процессов.

Современные датчики перемещений представляют собой импульсные преобразователи (ИП) скорости вращения валов. В основе применения ИП для измерения динамических характеристик по скорости лежит принцип частотно-импульсной модуляции, сущность которого заключается в том, что чем выше скорость перемещения, тем выше частота следования импульсов с ИП. Поэтому измеряя частоту следования импульсов, можно измерить скорость движения.

Предварительно задается количество импульсов с ИП ( $N_{ип}$ ) подлежащих измерению с заданной дискретностью ( $D$ ). После включения привода подач производится включение программного счетчика с заданной частотой его

заполнения ( $f_{сч}$ ). После перемещения на заданное количество импульсов с ИП производится сохранение содержимого программного счетчика ( $N_{сч}$ ). При этом скорость перемещения будет определяться как

$$V = D * f_{сч} * N_{ип} / N_{сч}.$$

Следует отметить, что чем меньше  $N_{ип}$ , тем выше точность измерения мгновенных скоростей с ограничениями технического и программного характера.

В качестве исходных данных принимаются тип и длина рабочего хода направляющих, масса суппорта.

По исходным данным определяются начальные параметры стартового режима: скорость движения; временные периоды движения и паузы.

Далее вводится коррекция на параметры режима по динамическим характеристикам используемого электропривода, в частности по токоограничению при ступенчатом управлении.

Производится реализация алгоритма измерения параметров переходных процессов с накоплением базы данных.

Предложенный метод позволит сократить затраты времени на техническое обслуживание и ремонт станков на основе оперативной диагностики за счет расширения функциональных возможностей штатной СЧПУ. При этом в режиме накопления данных и прогнозировать ресурсы и эксплуатационную надежность станка.

## **ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ НОМЕНКЛАТУРЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Е.С. Господынько  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Благодаря оснащению многоцелевых станков устройствами ЧПУ и автоматической смены инструмента появляется возможность существенно сокращается вспомогательное время при обработке и повысить мобильность переналадки. Так же сократить вспомогательное время можно благодаря автоматическим установке инструмента (заготовки) по координатам, выполнению всех элементов цикла, смене инструментов, кантованию и смене заготовки, изменению режимов резания, выполнению контрольных операций, а также большим скоростям вспомогательных перемещений [1].

Если сравнивать обработку заготовок на многоцелевых станках с обработкой на фрезерных, сверлильных и других станках с ЧПУ, МЦС имеет ряд особенностей. Одной из важнейших особенностей является установка и крепление заготовки, они должны обеспечивать ее обработку со всех сторон за один установ (свободный доступ инструментов к обрабатываемым

поверхностям), так как только в этом случае возможна многосторонняя обработка без переустановки.

Мцс отличаются особо высокой концентрацией обработки. На них производят черновую, получистовую и чистовую обработку сложных корпусных заготовок, содержащих десятки обрабатываемых поверхностей, выполняют самые разнообразные технологические переходы [2]. Для осуществления этих операций на станке необходимо иметь большой запас металлорежущих инструментов. У станков с ЧПУ и автоматической сменой инструмента запас инструментов создается обычно в револьверных головках. Среди них фрезерные и сверлильные станки, предназначенные для изготовления главным образом таких корпусных и плоских деталей, для обработки которых достаточно иметь пять-десять различных инструментов. В мцс встречаются станки с инструментальными магазинами в 15-30 инструментов, а при необходимости и в 50-100 и более.

Многоцелевые станки могут быть с одним шпинделем или с револьверными пятишпиндельными и восьмишпиндельными головками. В первом случае инструменты размещаются в магазинах с числом ячеек до 138 и автоматически по программе заменяются в шпинделе станка, на что требуется 5 - 6 с. Во втором случае замена инструментов производится быстрее (за 2 - 3 с) в результате поворота револьверной головки, благодаря чему сокращается вспомогательное время и увеличивается скорость обработки детали.

Многоцелевые станки являются универсальным оборудованием и по виду обработки и характеру преобладающих выполняемых переходов их можно разделить на три группы:

- сверлильно-фрезерно - расточные с главным движением – вращение инструмента и компоновкой, аналогичной фрезерным, расточным, сверлильным станкам, предназначенные для обработки призматических деталей.

- токарно-сверлильно-фрезерно - расточные с главным движением – вращением детали или инструмента и компоновкой, аналогичной компоновке станков токарной группы, предназначенных, в основном, для обработки деталей типа тел вращения.

- с выполнением разнородных переходов и оригинальной компоновкой.

Многоцелевые станки для обработки заготовок корпусных деталей подразделяют на горизонтальные и вертикальные [2].

Горизонтальные многоцелевые станки в основном предназначены для обработки деталей кубообразной формы, обладающих достаточной жесткостью. Среди призматических деталей они составляют большинство. Поэтому для обработки призматических деталей преобладают станки с горизонтальным расположением шпинделя. На таких станках возможна обработка за один установку деталей особо сложной формы с нескольких сторон, за счет того, что эти станки оснащены поворотным столом, а иногда и поворотной шпиндельной головкой. Компоновка многоцелевых станков с горизонтальным расположением шпинделя может быть как с подвижной, так и с неподвижной стойкой. Если станок имеет относительно небольшие размеры,

то стойка выполняется неподвижной, а стол перемещается по координатам  $X$  и  $Z$  (Рис. 1).

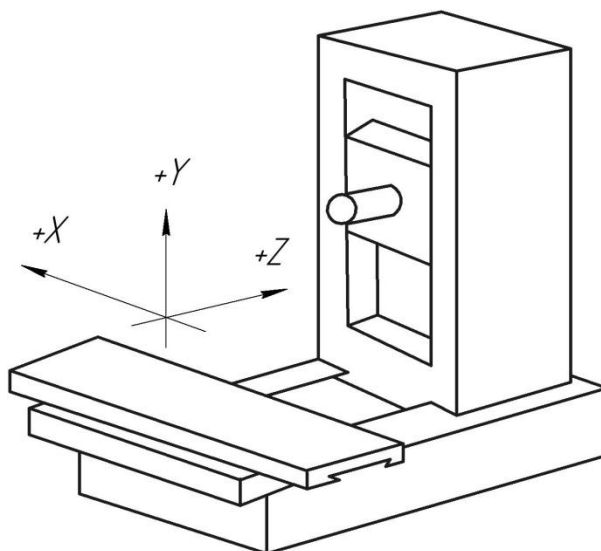


Рис. 1. Положение осей координат горизонтальных МС

При обработке средних и крупногабаритных деталей применяют многоцелевые станки с продольно – подвижной стойкой и поперечно – подвижным столом. У наиболее крупных горизонтальных многоцелевых станков, предназначенных для тяжелого машиностроения, заготовку закрепляют на дополнительном столе или плите, установленной на полу цеха, в таких столах крестовая стойка осуществляет перемещение по осям  $X$  и  $Z$ . Для мелко- и среднесерийного производства выбирают станки, имеющие компоновку, предусматривающую одноинструментальную обработку, а для расширения области применения и повышения производительности применяют сменные многошпиндельные коробки.

Многоцелевые станки вертикальной компоновки предназначены преимущественно для обработки плоских призматических деталей, в таких деталях, как правило, обрабатываемые поверхности располагаются с одной стороны. С целью расширения технологических возможностей вертикальных многоцелевых станков их оснащают дополнительными поворотными столами, при этом следует учитывать, что жесткость таких столов меньше, чем жесткость встроенных поворотных столов. В некоторых современных моделях многоцелевых станков применяют поворотные столы глобусного типа, которые имеют высокие значения моментной и крутильной жесткости. Глобусные столы имеют не только вертикальную, но и горизонтальную ось поворота, что позволяет осуществлять обработку сложных корпусных заготовок с разных сторон при одном их закреплении.

Другой вариант расширения технологических возможностей вертикального многоцелевого станка это применение поворотной вокруг наклонной оси шпиндельной головки. Это позволит производить обработку

заготовки с разных сторон, сочетая в себе преимущества вертикальной и горизонтальной компоновки.

Вертикальные многоцелевые станки в большинстве своём имеют неподвижную стойку (колонну) с вертикально-подвижной шпиндельной бабкой и неподвижный крестовый стол (Рис. 2 а и б).

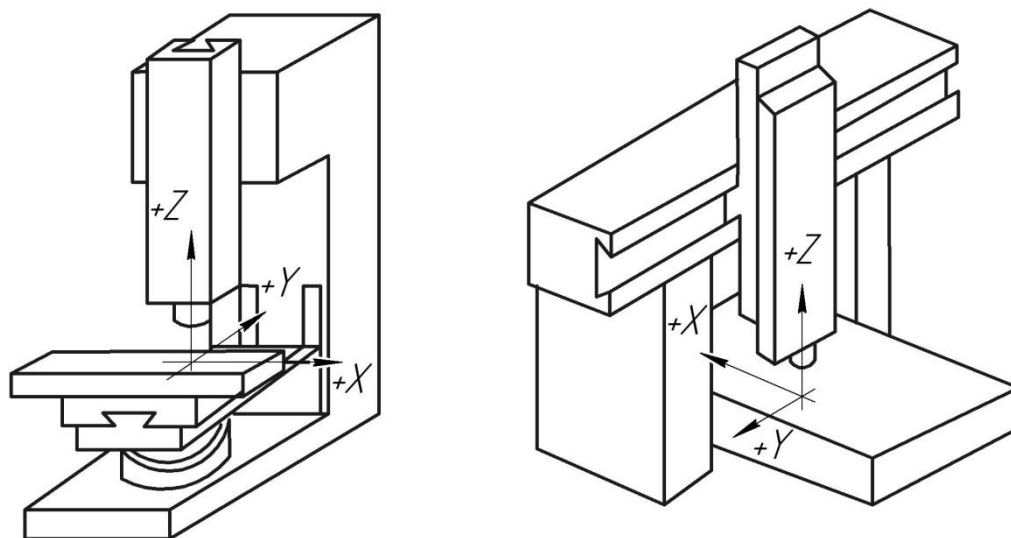


Рис. 2. Положение осей координат вертикальных МС;  
а - одностоечных; б – двухстоечных

Особенностями многоцелевых станков для обработки деталей типа тел вращения являются:

- возможность обработки вращающимся инструментом;
- возможность поворота по программе шпинделя изделия на задний угол;
- возможность вращения шпинделя изделия в режиме круговой подачи;

Благодаря этим особенностям на таких станках можно выполнять все виды токарной обработки, а так же расточные, сверлильные и фрезерные. Наиболее рациональная компоновка современных многоцелевых станков для обработки тел вращения имеет два направления. В первом случае компоновку станка выполняют аналогичной компоновке токарного станка с ЧПУ. Во втором случае – компоновка многоцелевого станка выполняется аналогичной компоновкам станка для обработки призматических деталей. Многоцелевые станки для обработки деталей типа тел вращения выпускают как с вертикальным, так и с горизонтальным расположением оси шпинделя.

На многоцелевых станках осуществляются почти все процессы обработки резанием: сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, нарезание резьбы, фрезерование плоскостей и сложных криволинейных поверхностей. На станках можно обрабатывать всевозможные крепежные отверстия по разнообразным постоянным циклам: сверление, зенкование, нарезание резьбы, подрезка торцов бобышек и т. д. При этом близкое расположение отверстий не является препятствием для их обработки. Программное управление всеми движениями рабочих органов станка и автоматическая смена инструментов при



большом числе программируемых координат позволяет осуществлять в автоматическом цикле обработку самых сложных корпусных деталей с одного закрепления со всех сторон, кроме поверхностей, по которым производятся базирование и закрепление заготовок. Это способствует достижению наивысшей точности взаимного расположения обработанных поверхностей [3].

Таким образом, простота наладки и переналадки многоцелевых станков, а также исключение сложной и дорогостоящей технологической оснастки (шаблонов, копиров, специальных приспособлений и т. п.) создаются условия, позволяющие применять такие станки, как в массовом, так и в мелкосерийном, единичном и опытном производстве, особенно в современных условиях, когда управляющая программа подготавливается с помощью ЭВМ.

### Список литературы

1. Кочергин А.И., Ковалев Л.Д. *Основы надежности металлорежущих станков и измерительных приборов*, Изд-во: Высшая школа, 1974. - 184 с.
2. Багров Б.М., Козлов А.М. *Многоцелевые станки. Учебное пособие*. Изд-во: Липецк: ЛГТУ, 2004. - 193 с.
3. Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р. *Инструментальная оснастка станков с ЧПУ*. 2006. - 544 с.

## КОНСТРУКТИВНАЯ СЛОЖНОСТЬ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

А.А. Ерёмин, Р.П. Егоров  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Введение.** В ходе выполнения процедур конструкторско-технологической подготовки производства неоднократно возникает необходимость оперативной оценки конструктивной сложности (КС) проектируемого изделия. Такая оценка необходима для:

- 1) определения себестоимости процесса разработки;
- 2) учёта трудозатрат конструкторов;
- 3) выявления уровня технологичности деталей;
- 4) решения разнообразных задач планирования и распределения ресурсов.

Особенную важность данная оценка имеет в мелкосерийном и единичном производстве, при котором конструкции изделий сильно отличаются друг от друга.

Показатель конструктивной сложности должен удовлетворять следующие требования:

- 1) Универсальность, т.е. возможность применить данный метод оценки к любым типам и видам изделий, входящим в них деталям, независимо от способа их изготовления.

2) Объективность, т.е. численное значение показателя должно определяться через свойства самой детали.

3) Достоверность, т.е. показатель КС в действительности должен отражать сложность изделия. При этом сложность впоследствии может быть «спроецирована» на трудоёмкость изготовления этого изделия, т.е. деталь с более высоким показателем КС будет иметь более высокую трудоёмкость изготовления.

Суть метода оценки конструктивной сложности изделия заключается в рекурсивной иерархической декомпозиции детали или сборочной единицы на отдельные элементы, называемые конструктивно-технологическими элементами (КТЭ). Если требуется оценить сложность сборки деталей, то сначала делается выделение каждой из входящих в неё деталей, затем определяется КС этих деталей, и, наконец, определяется КС всей сборки.

Процесс оценки делится на 4 этапа. В результате декомпозиции детали образуется множество элементов, из которых состоит деталь. После этого выполняется определение параметров этих элементов – считывание их из модели и уточнение/дополнение данных у пользователя при необходимости. Выходной информацией являются параметры и атрибуты каждого из конструктивных элементов детали. По этим данным в соответствии с методикой выполняется расчёт сложности каждого из элементов. На последнем этапе по полученным значениям выводится общий показатель сложности всего изделия.

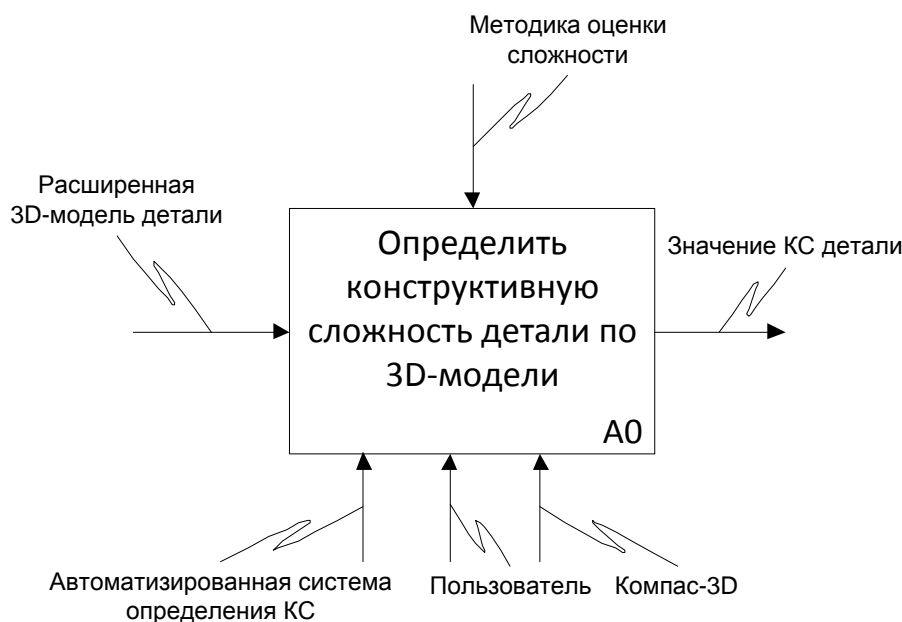


Рис. 1. Функциональное описание процесса определения КС

**Постановка задачи.** В данной работе решается задача проведения количественной оценки конструктивной сложности машиностроительной детали. Оценка выполняется путём анализа трёхмерной модели детали без привлечения статистической информации по аналогичным деталям.

**Методы решения задачи.** Оценка сложности может быть выполнена двумя методами: пооперационным и поэлементым. Для выполнения пооперационного анализа требуется информация о ходе построения модели, т.е. дерево построения, содержащее формообразующие операции и вспомогательные элементы (эскизы, дополнительная геометрия). Поэлементный анализ оперирует элементами модели. В наиболее распространённой форме представления трёхмерных моделей – поверхностной – элементами являются отдельные поверхности, т.е. грани тела. Сложность операции или сложность поверхности вычисляется по специальным формулам, включающим коэффициенты параметров геометрии и коэффициенты дополнительной информации, такой как технологические обозначения (шероховатости, допуски). Сложность всей детали рассчитывается либо как простая алгебраическая сумма сложностей всех составляющих, либо как среднее значение этих сложностей.

**Оценка конструктивной сложности пооперационным методом.** Так как большинство формообразующих операций (в т.ч. базовых) выполняются на основе эскизов, содержащих основную геометрию конструктивных элементов, отдельно встаёт необходимость оценки сложности двухмерных эскизов. Наиболее адекватно оценивать сложность эскиза, анализируя геометрические элементы, из которых он состоит. Таким образом, первым шагом является декомпозиция эскиза, в результате которой образуется множество элементов. Для каждого типа элементов можно задать определённое значение сложности в зависимости от геометрической сложности элемента. Тогда общая сложность эскиза будет равна сумме сложностей составляющих его элементов. Размеры элементов не учитываются – в расчёт берутся лишь типы элементов, их количество, и в некоторых случаях – параметры.

Большинство формообразующих операций, используемых при трёхмерном моделировании деталей, являются типовыми и присутствуют практически во всех САПР. Параметры этих операций тоже общеприняты и достаточно известны. Почти все операции требуют наличия вспомогательных элементов, в соответствии с которыми образуется конструктивный элемент. Этими элементами обычно являются эскизы, которые представляют собой двухмерные чертежи.

Каждая из операций имеет свою степень сложности, которая характеризует относительную сложность операций между собой и степень её влияния на сложность элемента в целом.

**Оценка конструктивной сложности поэлементным методом.** При данном подходе для оценки конструктивной сложности деталь рассматривается как множество поверхностей (граней), каждая из которых характеризуется степенью кривизны (нулевая кривизна – плоскость, одинарная, двойная), количеством смежных поверхностей, наличием допусков и требуемой шероховатости. Для определения сложности отдельной поверхности вводится оценочная функция от вышеуказанных параметров. Сложность всей детали при

этом выражается приведённой суммой сложностей составляющих её конструктивных элементов. Изменение степени влияния тех или иных параметров граней тела на сложность достигается за счёт введения коэффициентов и показателей степеней.

**Практическая реализация.** Наиболее удобным видом системы автоматизированной оценки конструктивной сложности деталей по расширенным 3D-моделям является расчётная библиотека. Модули для САПР Компас-3D разрабатываются как классические DLL-библиотеки, но с определённым набором службных функций и процедур. При запуске библиотеки выполняется подключение к программе по технологии COM и открывается окно библиотеки, содержащее параметры и отображающее результаты оценки.

Компас-API позволяет работать и с деревом построения модели, и с каждой гранью в отдельности, что позволяет реализовать оба подхода, поэтому библиотека выполняет оценку конструктивной сложности двумя описанными методами: пооперационным и поэлементным. Анализируется деталь, открытая в данный момент. В процессе анализа формируется лог работы с подробной информацией о каждом элементе, в т.ч. с промежуточной и итоговой сложностью. Создан визуальный индикатор прогресса анализа.

**Апробация модели.** Для проверки адекватности разработанной математической модели и тестирования соответствующей программной библиотеки для САПР Компас-3D была произведена выборка нескольких десятков деталей с тульского завода «Щегловский вал». Критерием отбора деталей служила их разноплановость, т.к. разработанная методика направлена именно на незаисимую оценку конструктивной сложности, т.е. когда не рассматриваются аналогичные по конструкции детали.

Среди множества изделий были выбраны: плита переходная, корпуса, основание, панель, панель разъёмов, плита, ребро корпуса аппаратуры, консоль, кожух, кронштейны, несколько видов рам, кольцо, крышка, скобы, подставка, стенки, кожух, радиатор и некоторые другие. Для каждого изделия были взяты данные за плановый период (месяц): трудоёмкость на план и количество деталей на план. Таким образом, были известны трудоёмкости всех деталей, полученные на реальном производстве.

Для проведения испытаний были взяты имеющиеся на заводе трёхмерные модели выбранных деталей. Модели были предварительно проверены и дополнены конструкторско-технологической информацией в соответствии с рабочими чертежами. Далее была произведена автоматизированная оценка конструктивной сложности этих моделей с помощью разработанной программной библиотеки.

По результатам испытаний и математической обработки полученных данных была выявлена корреляционная зависимость между показателем конструктивной сложности и трудоёмкостью изготовления детали с коэффициентом 0.51. Полученные результаты показывают, что математическая модель является адекватной и применима к использованию, однако требует

некоторой корректировки и доработки. Для более точного определения направления корректировки планируется провести ещё несколько аналогичных экспериментов с другими наборами деталей, т.к. в процессе анализа информации об имеющихся деталях было замечено, что имеется неоднородность в способе их изготовления. Так, часть деталей производится на оборудовании с ЧПУ, а часть на стандартном оборудовании, что неизбежно влияет на величину заявленной трудоёмкости.

**Заключение.** Разработанная методика позволяет оценить конструктивную сложность детали по расширенной трёхмерной модели без необходимости иметь информацию по аналогичным с точки зрения конструкции деталям, что и является одним из её основных достоинств. В результате проверки методики на данных, взятых с производства, были получены приемлемые результаты и показана состоятельность математических моделей. Следующим шагом является проведение дополнительных испытаний, выявление проблемных мест, а также последующая корректировка и уточнение модели.

#### Список литературы

1. *Оценка конструктивно-технологической сложности машиностроительных деталей / Троицкий Д.И., Ерёмин А.А., Известия ТулГУ, 2011.*
2. *Разработка модели оценки конструктивной сложности детали по 3D-модели. / Ерёмин А.А., ТулГУ, 2011.*
3. *Проверка адекватности модели оценки конструктивной сложности и разработка методики её внедрения. / Ерёмин А.А., ТулГУ, 2011.*
4. *Фоминых Р.Л., Коршунов А.И., Якимович Б.А. Оценка трудоёмкости машиностроительного изделия и организационно-технического уровня производства. Экономика и производство №4 (37) октябрь-ноябрь, 2003 — с.43.*

## РОЛЬ БАЛАНСИРОВКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

В.В. Жмурин, В.С. Сальников  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Высокоскоростная механическая обработка (HSM – High Speed Machining) и высокоскоростное фрезерование (HSM – High Speed Milling) в последние годы существенно изменили подход к механообработке. Решающим фактором в оценке процесса HSM- является производительность. Она обеспечивает повышение качества обработанной поверхности и уменьшает стоимость обработки [2.].

HSM применяется при обработке пресс-форм и штампов, а так же изделий основного производства из жаропрочных сталей и алюминиевых сплавов, широко применяемых в аэрокосмической и автомобилестроительной промышленности. [2.].

Процесс фрезерования алюминия на высоких и сверхвысоких скоростях резания характеризуется высоким уровнем вибрации. Одной из причин возникновения вибраций является дисбаланс инструмента и оснастки [1].

Дисбаланс возникает в том случае, если центр тяжести инструментальной оснастки находится вне оси его вращения [3,4].

Дисбаланс приводит к следующим последствиям: под действием центробежной силы увеличивается нагрузка на опору шпинделя, это влечёт за собой преждевременный износ подшипников шпинделя. Он приводит к снижению качества обработанной поверхности, точности обработки и значительно снижает стойкость режущего инструмента [3,4].

Среди причин возникновения дисбаланса можно выделить следующие: несоблюдение соосности во время монтажа инструмента из нескольких конструктивных элементов, радиальное биение в опоре шпинделя, что приводит к несимметричному распределению нагрузки [1,3,4].

Для уменьшения негативного воздействия дисбаланса применяется балансировка инструмента и оснастки. Балансировка-это процедура, состоящая из оценки распределения масс ротора и, при необходимости, их перераспределения таким образом, чтобы значение остаточного дисбаланса, вибрации или сил, воздействующих на опору ротора, не выходила за установленные пределы [4]. (ГОСТ ИСО 1940-1-2007). ГОСТ ИСО 1940-1-2007 предусматривает следующие классы точности балансировки: G6,3, G2,5, G1, G0,4. Причем класс точности G0,4 рассчитан на применение в шпинделях и приводах высокоточного оборудования.

Обработка с большим объемом снимаемой стружки, например при изготовлении из алюминия цельных крупногабаритных деталей, обработка корпусных деталей из легких сплавов (алюминия, меди, бронзы) или при черновой обработке, характеризуются большой мощностью потребляемой на резание и высокими нагрузками на шпиндельные опоры от усилий резания [1].

Таким образом, балансировка становится необходимой уже при средних частотах вращения (до 10000 об/мин), а при более высоких (в интервале 10000 - 20000 об/мин) её роль существенно возрастает. При дальнейшем повышении частоты вращения она превращается в обязательную операцию. Причем, если необходимо добиться оптимального качества поверхности заготовки, максимально возможной стойкости инструментов и повышения срока службы шпинделя она проводится в двух плоскостях. Отметим в качестве примера, что дисбаланс величиной 150 г мм при частоте вращения инструмента 30000 об/мин приводит к возникновению на шпинделе станка центробежной силы величиной 1500 Н, что приводит к сокращению срока службы подшипника шпинделя [1].

При решении задач чистовой обработки с высокими требованиями к качеству получаемой поверхности и допускам, необходимо по возможности

свести к минимуму деформации на вершине инструмента, вызванные действующими при наличии дисбаланса силами. Класс точности балансировки G6,3 соответствует, например, при частоте вращения инструмента 10000 об/мин допустимому смещению его центра на 6 мкм, а при 20000 об/мин - на 3 мкм. Поэтому здесь, необходимо обеспечить соблюдение, по меньшей мере, класса точности балансировки G6,3. При финишной обработке не исключена необходимость и более высоких классов точности балансировки. В таком случае необходимо балансировку инструментов и инструментальных оправок производить в шпинделе [1].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. При назначении режимов резания необходимо учитывать качество балансировки инструмента и оснастки.

2. Учет качества балансировки инструмента и оснастки позволит повысить стойкость инструмента, качество получаемой поверхности и точность обработки.

3) Правильный подбор режимов резания и оснастки определенного класса точности балансировки позволит снизить влияние центробежной силы на подшипник шпинделя, а, следовательно, продлить срок его службы.

### Список литературы

1. *Потапов В.А. Проблемы вибраций при высокоскоростном фрезеровании алюминия в авиокосмической промышленности и способы их решение / В. А. Потапов, // Научно-технический журнал MODERN MACHINE SHOP, Вып. №1. – 2001. –5-20с.*

2. *Черпаков Б.И. Развитие мирового станкостроения в начале XXI века / Б.И Черпаков, // Научно-технический журнал «ИТО: Инструмент Технология Оборудование» вып. №1. – 2011. –4-9с.*

3. *Справочник по резанию материалов GARANT// разработано Институтом Фраунгофера, Германия, 2010. - 842с.*

4. *ГОСТ ИСО 1940-1-2007 Требования к балансировки жестких роторов.*

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ПУТЕМ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОМ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Р.А. Ляшенко, А.Н. Иноземцев  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Проблема повышения эффективности производства и качества машиностроительных изделий является одной из важнейших в условиях роста конкурентоспособности изготавливаемой продукции на внутреннем и внешнем рынках. Анализ современного состояния проблемы свидетельствует и о необходимости повышения уровня качества производственных процессов, в

том числе и процесса обработки резанием. Режущий инструмент является основной составляющей технологической оснастки, используемой в машиностроительном производстве. Для процессов обработки резанием характерны случаи, когда крайне важно обеспечить безотказную работу инструмента от начала до завершения процесса резания.

Для предотвращения неблагоприятных исходов обработки целесообразно использовать ситуационное управление ресурсом режущего инструмента, исходя из критериев его надежности. Ситуационное управление позволяет оперировать категорией ресурса режущего инструмента [1].

Управление ресурсом режущего инструмента с учетом конкретных производственных ситуаций позволяет назначать оптимальные режимы резания, контролировать процесс расходования и восстановления ресурса режущего инструмента, что дает возможность оптимизировать период его профилактической замены [2].

Цель ситуационного управления ресурсом режущего инструмента заключается в том, чтобы зная зависимости, ограничения и условия, определяющие нормальную работу режущего инструмента, решить многовариантную технико-экономическую задачу выбора наиболее эффективной комбинации искомых параметров режимов резания.

Полученные при решении поставленной задачи проектные решения, представляющие собой результат выбора одного варианта из множества рассматриваемых, и технологические документы, отражающие результаты технологической подготовки производства, целесообразно добавить в единый иерархически структурированный информационный объект – технологический проект, который динамически развивается в соответствии с изменениями производственной ситуации и детально описывает технологические аспекты производственного процесса изготовления изделия. При механической обработке деталей и сборочных единиц важным аспектом технологического проекта будет являться также информация, необходимая для оптимизации режимов резания при различных критериях оптимальности (критерий оптимальности, оптимальный период стойкости, среднее число восстановлений инструмента за время обработки партии и т.д.). Интеграция необходимых для ситуационного управления ресурсом режущего инструмента данных в технологический проект изготовления машины позволит осуществлять разработку и производственную реализацию ситуационного управления режущим инструментом в едином электронном пространстве, ядром которого является информационная модель изделия.

Использование единого электронного пространства позволит реализовать автоматизированное выполнение проектных операций и процедур, локализованных во времени и пространстве, выполняемых как отдельными разработчиками, так и коллективами разработчиков, отвечающих за различные аспекты производственного процесса и ситуационного управления режущим инструментом.

Для повышения эффективности обработки резанием путем ситуационного управления ресурсом режущего инструмента необходима



система информационной поддержки. В соответствии с архитектурой PCNC-2 реализованная система информационной поддержки будет состоять из модулей:

- терминальный компьютер с программой, отслеживающей текущую приведенную наработку инструмента и дающий команду на его замену;
- компьютер, работающий в режиме реального времени и реализующий числовое программное управление;
- панель оператора и монитор;
- удаленные входы-выходы программируемого контроллера;
- одна или несколько групп цифровых приводов подачи;
- привод главного движения.

Приведенная структура системы информационной поддержки разделяется на две подсистемы – NC-подсистему и PC-подсистему. NC-подсистема, являясь ведущей, формирует среду функционирования в реальном времени ЧПУ-ориентированных модулей. PC-подсистема образует среду Windows-подобного интерфейса пользователя, упрощающей взаимодействие с системой информационной поддержки.

Повышение эффективности обработки резанием путем ситуационного управления ресурсом режущего инструмента приводит к снижению себестоимости, повышению производительности и снижению технологического риска обработки резанием за счет рационального использования ресурсов режущих инструментов с учетом случайных факторов, влияющих на его надежность, а использование системы информационной поддержки ситуационного управления ресурсом режущего инструмента позволит снизить экономические затраты и затраты времени на обработку партии заготовок.

### Список литературы

1. Маслов А.Р. *Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник* / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.
2. Палей С.М. *Контроль состояния режущего инструмента на станках с ЧПУ* / С.М. Палей, С.В. Васильев. – М.: НИИМАШ, 1983. – 52 с.

## ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ КОМПОНОВОК МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ

Д.С. Одиночников  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В настоящее время основной тенденцией машиностроительного производства является снижение трудоемкости. Главным критерием изменения данного показателя является использование современных обрабатывающих центров оснащенных системой ЧПУ.

На данном этапе развития станкостроения процесс проектирования и модернизации оборудования сводится к использованию различных комбинаций модульных компоновок.

Процесс проектирования станков начинается с составления функционального описания создаваемого оборудования. Здесь, исходя из технологических операций, выполняемых станком, формируется концептуальная модель, которая будет включать общее описание конструкции и приближенный состав модулей. На основе функционального описания составляется общая схема компоновки станка, которая позволяет визуально представить внешний вид и оценить характеристики компоновки. Далее, используя концептуальную модель, производится разбиение всей конструкции на отдельные модули в соответствии требованиями унификации и типизации. При этом необходимо учитывать, что проектируемые модули должны быть применимы и для других компоновок оборудования, а так же по возможности построены на основе типовых элементов, используемых в промышленности (револьверная головка, токарное приспособление и т.д.).

Для модульного построения станков, а также исходя из их функционального назначения и вида, существует следующая классификация модулей:

- станины (токарные, фрезерные); - столы (линейных перемещений, поворотные);
- стойки (горизонтальные, вертикальные);
- устройства смены инструмента (суппорты, револьверные головки);
- шпиндельные узлы (токарные, фрезерные);
- прочее (делительные механизмы, центры). [1].

Основные, ранее применяемые элементы модульных систем представлены на рис. 1.

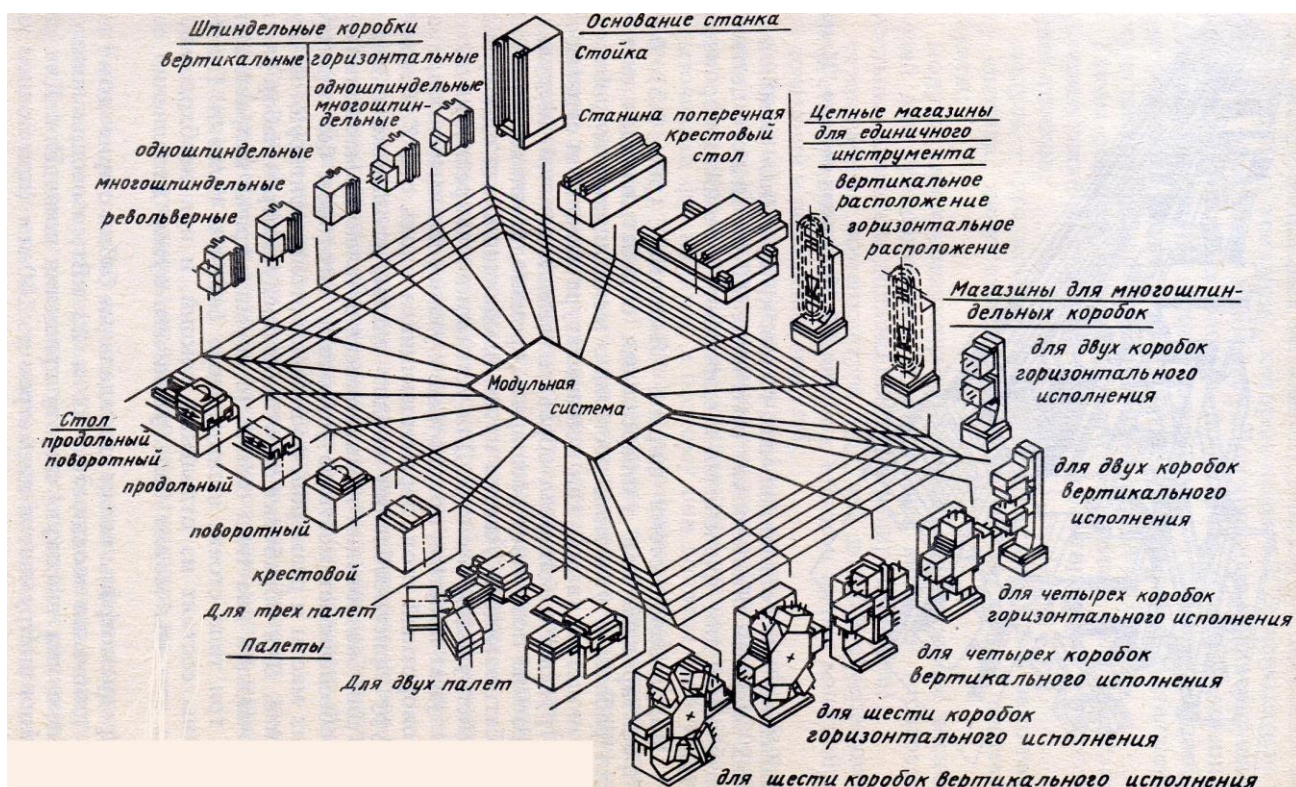


Рис. 1. Элементы модульных систем [2]

Компоновка обрабатывающего центра любой модели, помимо обычных параметров, определяется его технологическими возможностями. К ним относятся: размеры рабочего пространства, характеристика инструментального блока, емкость инструментального магазина, время смены инструмента, количество столов-спутников, их размеры, время смены столов-спутников, тип системы управления, число одновременно управляемых координат, дискретность и точность перемещений по координатам и др.

Многоцелевые станки являются универсальным оборудованием и делятся на две группы:

- токарно-сверлильно-фрезерно-расточные, предназначенные для обработки заготовок деталей типа тел вращения (компоновки таких станков аналогичны компоновкам традиционных токарных станков с ЧПУ);
- фрезерно-сверлильно-расточные, предназначенные для обработки заготовок корпусных и плоских деталей (компоновки этих станков схожи компоновкам фрезерных станков с ЧПУ);

Многоцелевые станки для обработки деталей типа тел вращения отличаются от обычных токарных станков с ЧПУ тем, что могут производить обработку вращающимся инструментом, имеют возможность точного углового позиционирования шпинделя, и вращения шпинделя в режиме круговой подачи. Поэтому на этих станках можно выполнять все виды токарной обработки, а также фрезерные, сверлильные, расточные и другие операции (обработку внецентровых отверстий, фрезерования лысок, шпоночных пазов, фасонных пазов, продольных и поперечных плоскостей, профильных канавок и т.д.)

Фрезерно-сверлильно-расточные станки с ЧПУ предназначены для обработки плоских и фасонных поверхностей, тел вращения, зубчатых колёс и т.п. Главное движение является вращательным и сообщается инструменту, закреплённому в шпинделе станка, а заготовка, закреплённая на столе, совершает поступательное движение подачи. На данных станках выполняют следующие технологические операции: фрезерование, сверление, расточку, нарезание резьбы, зенкерование, развёртывание, контроль качества обработки и др.[3].

Фрезерно-сверлильно-расточные станки с ЧПУ комплектуются системой автоматической смены инструмента манипуляторного или безманипуляторного типов. Необходимый запас инструментов создается в револьверных головках или инструментальных магазинах. Благодаря такому магазину, замена инструмента в горизонтальном или вертикальном обрабатывающем центре производится автоматически и занимает секунды. Различают инструментальные магазины барабанного, цепного и матричного типа. Магазины цепного типа вмещают в себя до 80 позиций инструмента, в то время как магазин матричного типа может содержать до 240 инструментальных позиций. Преимуществом автоматического сменщика инструментов большой емкости является возможность создания «дублирующих пакетов» инструментов, особенно не заменимых при длительных циклах «безлюдного производства». [4] Некоторые станки имеют поворотные конструкции шпиндельной головки с углом поворота  $150^{\circ}(-30^{\circ}+120^{\circ})$ , позволяющей вести обработку положительных и отрицательных углов, а также оснащенных подвижным (способным совершать поворот на угол  $\pm 110^{\circ}$ ) и поворотным столами с возможностью движения по одной, двум или трем координатам, что позволяет обрабатывать самые сложные поверхности с минимальным количеством установов.



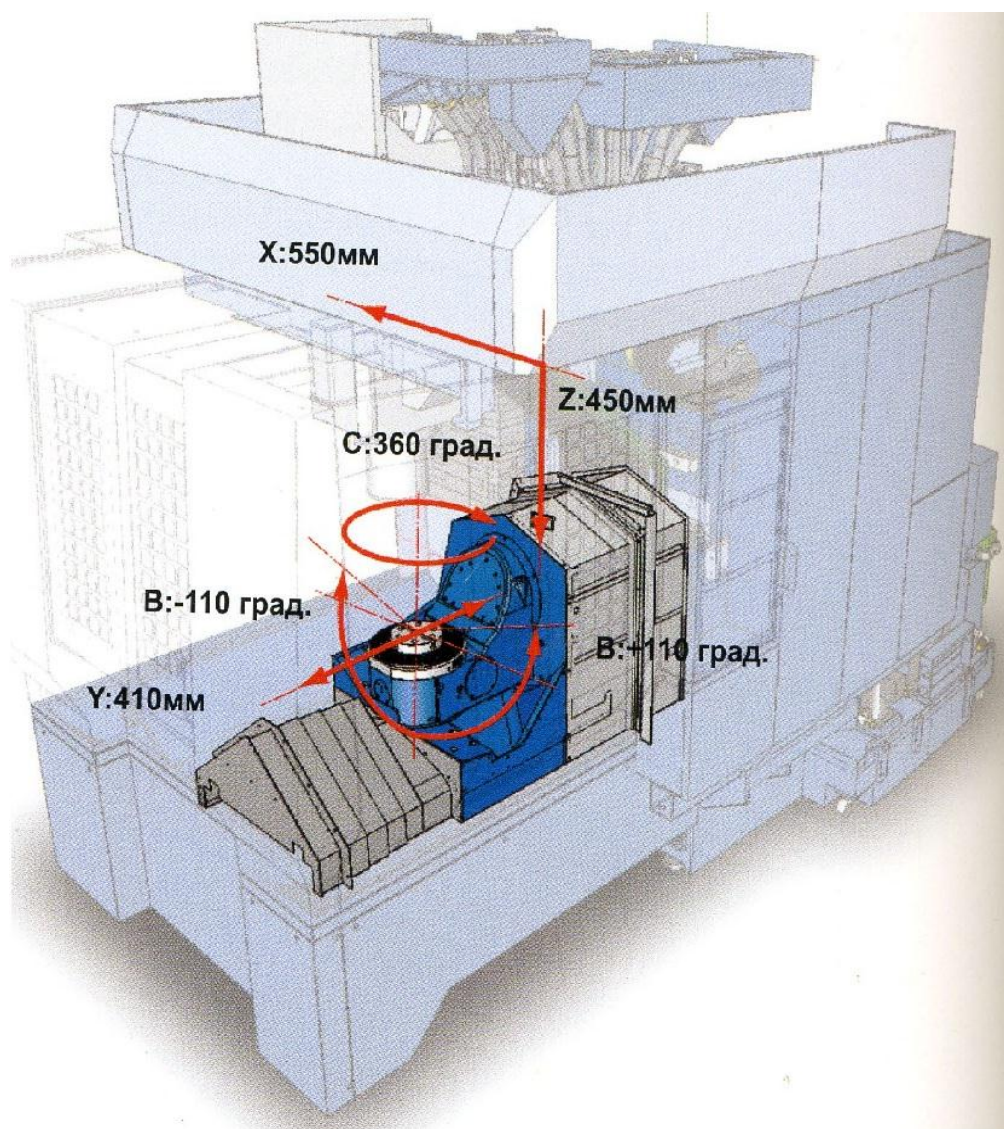


Рис.2. Наклонно – поворотный стол [4]

Многие станки оснащаются системами автоматизированной смены заготовок. При этом во время работы станка заготовка устанавливается (или снимается деталь) на сменном столе-спутнике, и вместе с ним она попадает на основной стол станка.

Управление работой обрабатывающего центра, задание программ осуществляется с компьютера, вмонтированного в станок или вынесенного на отдельной стойке.

Отдельно стоит отметить измерительные способности, которые имеют современные обрабатывающие центры с ЧПУ. Это оборудование комплектуется различными устройствами контроля точности работы (зависит от возможностей программного обеспечения), например:

- устройство, отвечающее за погрешность шпинделя (выявление и учет);
- устройство слежения за перпендикулярностью между осями и отвечающее за погрешности сервоприводов;

- лазерное устройство измерения инструмента, а также устройство для измерения самой детали.

Таким образом, использование различных компоновок современных обрабатывающих центров значительно расширяет возможности обработки деталей сложной конфигурации.

### Список литературы

1. <http://www.stankostroenie.ru/>
2. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1987.
3. <http://remstan.ru>.
4. Журнал *Matsuura*.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ИЗНОСА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

С.В. Рожков, С.Ф. Золотых  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

При создании высокоавтоматизированных гибких производительных систем необходимо использовать специальные диагностические устройства, осуществляющие надежный автоматический контроль за состоянием основных узлов и процессов в станке при металлообработке. При этом особое внимание уделяется режущему инструменту и его работоспособности, так как несвоевременное обнаружение отказов инструмента может иметь самые различные последствия - от появления брака до аварии станка и т.д.

В связи с этим необходимо предусматривать контроль текущего состояния режущего инструмента с заменой отказавшего инструмента резервным, а при необходимости и с заменой забракованной заготовки, что предусматривается нормативно – технической документацией.

Автоматический контроль состояния и резервирование режущего инструмента позволяют:

- Повысить надежность процесса металлообработки (определять правильность его протекания, автоматически восстанавливать работоспособность станка при отказах инструмента).
- Уменьшить расход инструмента.
- Улучшить качества обработки и сократить брак.
- Предохранить механизмы и узлы станка от поломки и преждевременной потери точности.
- Повысить режимы обработки.
- Реализовать "безлюдную технологию".

Все это приводит к необходимости использования автоматических систем диагностики состояния инструмента при работе станков автоматических производств.

Этот вопрос может решаться на разных уровнях:

- Создание систем, контролирующих только целостность инструмента перед началом выполнения процесса обработки.
- Непрерывный контроль поломок инструмента в процессе обработки.
- Непрерывный контроль поломок инструмента в процессе обработки и периодическая или непрерывная оценка износа с целью коррекции положения инструмента и прогнозирование оставшегося ресурса работоспособности.

Использование диагностической системы того или иного уровня зависит от требований, предъявляемых к надежности работы станка, точности обработки, экономических показателей и т.д.

Выбор методов и средств контроля и диагностирования режущего инструмента тесно связан с изучением наиболее распространенных отказов, причин возникновения и возможных последствий. При этом важно выявление таких отказов, которые приводят к большим простоям оборудования и высоким расходам.

К основным видам нарушений работоспособности режущего инструмента относят: износ, выкрашивание, поломки и скалывание.

У большинства металлорежущих инструментов нарушения работоспособности при выполнении различных технологических операций составляют: 10 % - скалывание, 12 % - отделение режущей части, 21 % - поломки, 22 % - выкрашивание и около 35 % - износ. При этом затраты времени на обнаружение и удаление вышедших из строя металлорежущих инструментов составляют около 10 % от времени работы металлорежущих систем.

Таким образом, диагностирование износа режущего инструмента имеет большое значение для повышения надежности автоматизированного оборудования.

Существующие методы активного контроля состояния металлорежущего инструмента можно разделить на прямые и косвенные (рисунок):



Рис.1 Методы измерения износа режущего инструмента

При прямом контроле параметры износа (характеристики лунок и ленточек износа) на контактных площадках инструмента измеряются непосредственно в процессе обработки. Прямые измерения износа инструмента вызывают некоторые затруднения, что связано в основном со сложностью конструкции датчиков износа. При выполнении прямых измерений используют вспомогательные или холостые ходы инструмента, выход инструмента или режущих кромок (зубьев) из процесса обработки.

Аппаратура для контроля износа режущих инструментов после окончания процесса резания может быть размещена таким образом, что на нее не будут оказывать вредное влияние различные факторы, присущие процессу металлообработки. Такие измерения обладают повышенной надежностью. Однако измерения осуществляются периодически, что не позволяет своевременно обнаружить отказы режущего инструмента. Необходимая периодичность контроля может быть определена на основании опыта использования соответствующего режущего инструмента на данных технологических операциях и на основании вероятностных расчетов с учетом предполагаемого периода стойкости режущего инструмента.

Косвенные методы используются все в больших масштабах. При этих методах контролируются различные характеристики процесса резания, которые



имеют определенные корреляционные связи с величиной износа и интенсивностью изнашивания режущих кромок инструмента. Принципы и техника измерения при косвенных методах сравнительно просты. Они позволяют непрерывно получать в процессе обработки информацию об износе режущей кромки. Пригодны они также для регистрации резких или скачкообразных изменений износа или разрушения режущих кромок инструмента в течение коротких интервалов времени.

Основной недостаток косвенных методов состоит в том, что корреляционная связь между измеренным фактором и износом инструмента должна быть определена экспериментальным путем для каждого конкретного случая обработки с тем, чтобы на ее основе можно было контролировать с помощью соответствующего датчика износ инструмента в процессе обработки.

Проанализировав существующие методы диагностики металлорежущих инструментов, можно сделать следующие выводы:

1. Прямые методы измерения износа чрезвычайно сложны, что ограничивает их применение в промышленном производстве.

2. Измерение косвенных параметров (шероховатости, размеров, температуры и т.д.) требует либо оснащения станка специальным оборудованием (дополнительные материальные затраты), либо отдельных лабораторных исследований с применением соответствующей измерительной техники (снижение оперативности контроля).

3. Наиболее перспективными являются оперативные силовые измерения, т.к. не требуют дополнительного оборудования, а используют внутренние информационные потоки.

### **Список литературы**

1. Даниелян А.М. *Теплота и износ инструментов в процессе резания металлов.* Машигиз, 1954.
2. Дервянченко А.Г. *Алгоритмы автоматического контроля износа лезвий инструментов в гибких производственных системах. – Металлорежущие станки 1985.*
3. *Диагностика автоматических станочных модулей / Под ред. Б.М. Бржозовского. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1987.*

## **ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИВОДОВ МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ**

М.В. Семина, В.С. Сальников  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Одной из актуальных проблем промышленных предприятий, в условиях дефицита энергоресурсов, является неэффективное энергопотребление технологического оборудования. В настоящее время машиностроительное

производство насыщено станками с ЧПУ, отличающимися высокой энерговооруженностью. Это заставляет искать пути оптимизации энергопотребления. В современном технологическом оборудовании число неуправляемых электрических машин достигает нескольких десятков. В условиях постоянного роста стоимости энергоносителей, и как следствие, увеличение их доли в себестоимости изделий актуальной стала задача оценки оправданности такого подхода к построению технологического оборудования. Современное машиностроение характеризуется существенными энергетическими затратами в себестоимости продукции доходящих до 30...45 %

Одной из причин таких затрат является отклонение нагрузки на привод от номинального значения, обусловленной непостоянством сил резания, сопровождающееся следующими факторами:

- нарушением требуемых режимов резания;
- несоответствие геометрии и качества поверхности изготавливаемой детали требованиям чертежа;
- увеличение разброса статического периода стойкости инструмента;
- уменьшение коэффициента полезного действия (КПД) приводов;
- уменьшение коэффициента загрузки оборудования, и т.д.

Отличительной особенностью станочного привода является существенная неравномерность нагрузки. В условиях большого разнообразия форм обрабатываемых поверхностей, режимов и схем обработки, широкой номенклатурой деталей и заготовок большую часть времени приводы работают с низким значением КПД. Они, как правило, рассчитываются исходя из максимально возможной нагрузки, которая может быть реализована механическим модулем. В современных условиях, характеризующихся применением точных заготовок, стремлением к максимальному использованию материала, такие нагрузки либо вообще не возникают, либо реализуются очень редко. Таким образом, приводы, в том числе и привод главного движения, имеет завышенную мощность, что является причиной неоправданно больших потерь энергии при выполнении различных технологических операций.

Пренебрегая потерями в устройствах управления ввиду их относительной малости, можно считать, что потери энергии в приводе  $\Delta p$  складываются из потерь в кинематических цепях  $\Delta p_{kc}$  и двигателе  $\Delta p_{дв}$

$$\Delta p = \Delta p_{kc} + \Delta p_{дв}$$

Потери можно разбить на потери зависящие от скорости  $\Delta p_{\omega}$  и от нагрузки  $\Delta p_M$ . При использовании нерегулируемого двигателя  $\Delta p_{\omega}$  определяется постоянными потерями. Потери в кинематических цепях зависят от качества проектного решения, от качества изготовления и состояния механических узлов. Оперативное влияние на них практически невозможно. Представляет интерес оценить возможность минимизации потерь в двигателях.

Ограничимся на данном этапе рассмотрением привода на какой-то фиксированной частоте при переменной нагрузке. Этот случай наиболее характерен для приводов главного движения с асинхронным двигателем.

Потери энергии в двигателе привода

$$\Delta P = \Delta p_1 \left[ 1 + \alpha \left( \frac{M}{M_n} \right)^2 \right],$$

где  $\alpha = \Delta p_2 / \Delta p_1$  - коэффициент соотношения потерь энергии;  $\Delta p_1, \Delta p_2$  - соответственно постоянные и переменные потери энергии в двигателе при номинальной нагрузке;  $M, M_n$  - соответственно текущее и номинальное значения момента на валу двигателя.

Учитывая номинальное значение КПД двигателя  $\eta_n$  и номинальную мощность  $P_n$ .

$$\Delta P = P_n \frac{1 - \eta_n}{\eta_n (1 + \alpha)} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{M}{M_n} \right)^2 \right].$$

Анализ приведенной зависимости показывает, что уменьшить потери в двигателе, например на нагрузках близких к холостому ходу, возможно за счет включения на этих режимах вместо основного - двигателя меньшей мощности, например соизмеримой с потерями холостого хода. Это нашло применение в некоторых современных МЦС. Однако это не решает проблемы во всем диапазоне нагрузок.

Анализ диаграмм нагружения различных металлорежущих станков, показал, что мощность, затрачиваемая на черновых операциях, составляет 0,55...0,8 от номинального значения, на чистовых - 0,2...0,35, мощность, затрачиваемая на совершение холостых ходов, составляет 0,05...0,1. Время работы электродвигателя в том или ином режиме зависит от геометрии обрабатываемой поверхности и параметров технологического процесса.

Как известно, уменьшение нагрузки на электродвигатель привода от номинального значения сопровождается снижением его коэффициента полезного действия. При нагрузках соответствующих холостому ходу и чистовой обработке, КПД электродвигателей, как правило, не превышает 20...30 %. Тогда как его номинальное значение, достигается только на черновой обработке и составляет 85...97 %

Для разработки эффективных средств снижения потерь энергии в технологическом оборудовании, вызванных неравномерностью нагрузки на привод, необходимо произвести анализ типов и технических характеристик электродвигателей, используемых в станочных приводах. Анализ показал, что в зависимости от реализуемых движений максимальной установленной мощностью обладают двигатели привода главного движения - 2...30 кВт, значительно меньшей мощности двигатели приводов подач - 0,6...2 кВт, наименьшей мощностью обладают двигатели приводов вспомогательных движений - 0,25...1 кВт. Анализ количественного состава различных типов

электродвигателей, используемых в технологическом оборудовании, показал, что наибольшее распространение получили асинхронные – 50...80 %, менее распространены двигатели постоянного тока – 5...50 %, доля высокомоментных двигателей составляет – 5...12 %. На остальные типы двигателей приходится всего – 3...15 %

Максимальное потребление электроэнергии и количества используемых двигателей приходится на диапазон установленной мощности 1...20 кВт.

Около 75 % двигателей из этого диапазона используются в качестве приводов главного движения различных станков токарной, фрезерной и других групп, причем 85 % из них не имеют средств регулирования выходных характеристик.

Проведенный анализ показал, что ни один метод расчета мощности электродвигателя привода технологического оборудования, хотя и учитывает диаграммы нагружения, не позволяет выбрать мощность электродвигателя, так чтобы минимизировать отклонения КПД от номинального значения при существующих колебаниях нагрузки.

В станках с ЧПУ существует возможность на основании управляющих программ априори с достаточной точностью оценить неравномерность нагрузки. Это позволяет предложить ряд энергосберегающих принципов. Однако недоступность потерь энергии для целенаправленного их изменения при изменении нагрузки ограничивает их эффективность и заставляет искать решение этой проблемы в области управления двигателями.

Перспективным является создание машины с переменной “номинальной” мощностью, которая адаптируется к нагрузке. Такая машина всегда работает в номинальном режиме с  $\eta = \eta_n$ ;  $M / M_n = 1$ ;  $S = S_n = const$ . Этот режим обеспечивает близкое к оптимальному соотношение полезной и потребляемой мощностей.

Для линеаризованного рабочего участка механической характеристики практически любой асинхронной машины справедливо выражение

$$M = M_n \frac{S}{S_n}$$

С учетом этого уравнения выражение для идеальной машины с подстраиваемой  $P_n$  примет вид:

$$\Delta P = M (1 - S_n) \omega_0 \frac{1 - \eta_n}{\eta_n}$$

где  $\omega_0$  - циклическая частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя.

Из анализа приведенной зависимости можно видеть, что идеальная машина позволяет существенно снизить потери при  $P < P_n$ , а на нагрузке  $P \approx P_n$ , что в станочном приводе, как было указано выше, встречается не часто, потери в обоих двигателях одинаковы. Очевидно, техническая

реализация такой машины в полном объеме не представляется возможной. Принципиально можно наметить два пути реализации машины близкой к идеальной:

1. Использовать регулирование фазного напряжения на штатном двигателе в соответствии с изменением нагрузки, поддерживая постоянство соотношения  $S = S_n = const$ , что эквивалентно изменению  $P_n$ .

2. Использовать принципы модульного построения двигателя, т.е. использовать параллельную работу нескольких двигателей при реализации специального алгоритма включения их в соответствии с изменением нагрузки.

### Список литературы

1. Шадский Г.В. Проблемы энергосбережения в современном производстве/ Г.В. Шадский, В.С. Сальников // Тез. докл. междунар. конф. «Прогрессивные методы проектирования технологических процессов, металлорежущих станков и инструментов». – Тула: ТулГУ, 1997.

2. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1990.

3. Луговой А.В. К теории энергосбережения средствами промышленного электропривода/ А.В. Луговой. – Электротехника, 1999. – № 5.

4. Копылов Ю.В. Экономия электроэнергии в промышленности: справочник / Ю.В. Копылов, Б.А. Чуланов. – М.: Энергоатомиздат, 1982.

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖБИ

Р.И. Сидоров

Тульский государственный университет,  
г. Тула

Темой данного обзора является автоматизированная поддержка разработки конструкции составных частей сборных железобетонных конструкций. Цель автоматизации – повышение качества и сокращение времени проектирования конструкций форм для изготовления ЖБИ.

Стальные формы для изготовления ЖБИ применяются при производстве сборных железобетонных изделий. Такие изделия изготавливаются на строительных заводах и монтируются в железобетонные конструкции на строительных площадках.

Современные системы поддержки конструирования охватывают лишь часть конструкторских работ в строительстве – в основном это проектирование гражданских, промышленных и инженерных построек, строительных площадей, подъемно-транспортного оборудования, а также производственных

линий по изготовлению ЖБИ. При этом слабо развита автоматизация разработки сборных железобетонных конструкций, их армирования, а также форм для изготовления ЖБИ с бортоснасткой.

Автоматизация целесообразна в таких классах объектов, в которых из сравнительно небольшого числа разновидностей элементов проектируется и изготавливается большое число разнообразных систем. Именно эти разновидности элементов и подлежат унификации. Для разных сложных систем из этих элементов процесс проектирования приходится повторять для каждой системы отдельно. В этих условиях естественно ставить вопрос об унификации средств проектирования и изготовления (методик), в частности, об унификации проектных процедур в рамках САПР. Наличие средств автоматизированного выполнения типовых проектных процедур позволит оперативно создавать проекты новых изделий [2].

Проектирование стальных форм для изготовления ЖБИ – сложная и трудоемкая задача. Несмотря на это, автоматизация процесса проектирования форм представляется возможной, так как большинство элементов форм и бортоснастки легко дифференцируется на отдельные элементы и приведено в государственных стандартах.

Кратко рассмотрим основные элементы конструкции формы: поддон, борт и бортоснастку. Поддон является основой формы и состоит из каркаса и настила. Каркас обеспечивает прочность поддона а настил является горизонтальным формообразующим элементом конструкции. Настил монтируется из листовой стали Ст3, каркас – из металлопроката различных марок. На поддон монтируют проушины для строповки, либо другие транспортировочные приспособления[3]. Борт является вертикальным формообразующим элементом. Кроме формообразующей поверхности в конструкцию борта входят: короб, кронштейны для шарнирного соединения с поддоном, приспособления для ручного (либо машинного) открывания форм, элементы замочной конструкции, необходимой для надежного закрывания бортов. В бортах также располагаются углубления для петель железобетонного изделия. На борта и поддон могут устанавливаться элементы бортоснастки[4]. Бортоснастка устанавливается на поддон и борта для обеспечения необходимого рельефа изделия[5]. При этом в конструкции существуют как очевидные, так и менее очевидные связи между конструкцией ЖБИ, конструкцией формы для его изготовления и технологическим процессом изготовления изделия. Конструкция формы для изготовления ЖБИ схематично показана на рисунке.



Рис.1 Схематическое представление конструкции стальных форм для изготовления ЖБИ

Одной из задач в автоматизации проектирования форм представляется создание базы унифицированных конструкторских решений, многие из которых приведены в нормативных документах.

Другой задачей является создание программного механизма, при помощи которого можно организовать автоматизированное получение технической и рабочей документации, необходимых эскизов листового металла, определения площадных, объемных и массовых характеристик стальной формы и т.п.

Требования к конструкции форм приведены в следующих документах:

- ГОСТ 25878-85[3];
- ГОСТ 27204-87[4];
- ГОСТ 28715-90[5].

Возможности автоматизированного проектирования решают следующие задачи:

- сокращение срока подготовки документации;
- повышение уровня стандартизации и унификации решений, что облегчает создание переоборудуемых и универсальных форм;
- значительное сокращение времени на проекты переоборудования используемых форм за счет удобства и интерактивности использования автоматизированной системы;

- значительное ускорение «оцифровывания» старых бумажных чертежей, сохранение их в векторном формате, вместо изображений.

### Список литературы

1. Виноградов Г.Г. *Конструирование железобетонных элементов промышленных зданий* / Г.Г. Виноградов. - Ленинград: Изд-во литературы по строительству, 1973. – 120 с.
2. Ямникова О.А. *Конспект лекций по дисциплине разработка САПР* / О.А. Ямникова. - Тула: уч.-изд 2010. – 66 с.
3. ГОСТ 25878-85 *Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Поддоны. Конструкция и размеры.* – Введ. 1987-01-01. М.: ГК СССР по делам строительства, 1986. – 28 с.
4. ГОСТ 27204-87 *Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Борты. Конструкция и размеры.* – Введ. 1988-01-01. М.: Государственный строительный комитет СССР, 1986. – 24 с.
5. ГОСТ 28715-90 *Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Промообразователи и вкладыши. Конструкция.* – Введ. 1991-01-01. М.: Государственный строительный комитет СССР, 1990. – 32 с.

## **СНИЖЕНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ МЕТОДОМ ДЕВИАЦИИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПРИВОДА ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ**

С.Н. Трунов

Тульский государственный университет,  
г. Тула

В условиях автоматизации, создания новых материалов и технологий, вопрос повышения эффективности производства и обеспечения высокого качества продукции занимает особое место. Возможность повышения производительности технологических процессов во многом определяется обеспечением их стабильности.

Поэтому проблема обеспечения виброустойчивости процесса обработки материалов резанием в настоящее время имеет особо важное значение в связи с интенсификацией производственных процессов. От решения этой проблемы зависит повышение эффективности обработки металлов резанием.

Вибрации в зависимости от условий обработки могут относиться к принципиально различным по своей природе видам колебаний: вынужденным и автоколебаниям.

Вынужденные колебания появляются под воздействием внешних причин, к которым относят:

- прерывистость характера процесса резания;
- дисбаланс вращающихся частей станка;



- дефекты механизмов частей станка;
- неравномерность припуска, оставленного на обработку;
- передачу колебаний станку от других работающих станков или машин.

Устранение вынужденных колебаний на практике не встречает принципиальных трудностей.

Самовозбуждающиеся колебания или автоколебания возникают при отсутствии видимых внешних причин. К ним относятся такие колебания, у которых переменная сила, поддерживающая колебательный процесс, создается и управляется самими колебаниями. Автоколебания постоянно возникают при обработке деталей. Основными причинами их появления являются:

1. Неоднозначность силы резания вследствие запаздывания изменения силы резания при изменении толщины срезаемого слоя из-за сближения и удаления инструмента и детали в процессе резания.

2. Упругие отжатия заготовки от резца, вызванные силой резания. При этом образуется след на поверхности резания со сдвигом фазы колебаний. Сравнение величины сдвига колебаний с фазовой характеристикой силы резания показывает, что они близки друг к другу. Отставание изменения силы резания от изменения припуска оказывает существенное влияние на развитие автоколебаний.

3. Наростообразование и срыв неустойчивого нароста приводят к периодичности стружкообразования и изменения силы резания. Периодический срыв нароста является автоколебательным явлением, в котором колебания станка взаимодействуют с автоколебаниями процесса резания.

4. Оказывает влияние след на поверхности резания, оставленного резцом на предыдущем проходе.

5. Интенсивность вибраций существенно зависит от положения переднего угла резца. Данное влияние начинает проследиваться при обработке материалов имеющих невысокую пластичность, а также в области высоких частот.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что интенсивность вибраций можно снизить, уменьшая силы, возбуждающие колебания, и увеличивая сопротивление системы.

Существует множество способов снижения интенсивности колебаний, применяемых на практике, их можно условно разбить на два типа. Первый тип направлен на увеличение сопротивления системы, а второй - на уменьшение сил, возбуждающих колебания.

К первому типу относят:

- повышение жесткости технологической системы
- демпфирование энергии колебаний и применение специального инструмента.

Ко второму типу относят: стабилизацию силы резания, которая подразделяется на оптимизацию режимов резания и применение автоматических или адаптивных систем.

Одним из практических способов повышения виброустойчивости системы является увеличение её жёсткости, амплитуда при неизменном внешнем воздействии уменьшается пропорционально увеличению жесткости. Эффект достигается за счет увеличения внутренних сил сопротивления системы и повышения резонансных частот элементов УС. На жесткость УС существенное влияние оказывают влияние жесткость станка, жесткость инструмента и заготовки (рис. 1).

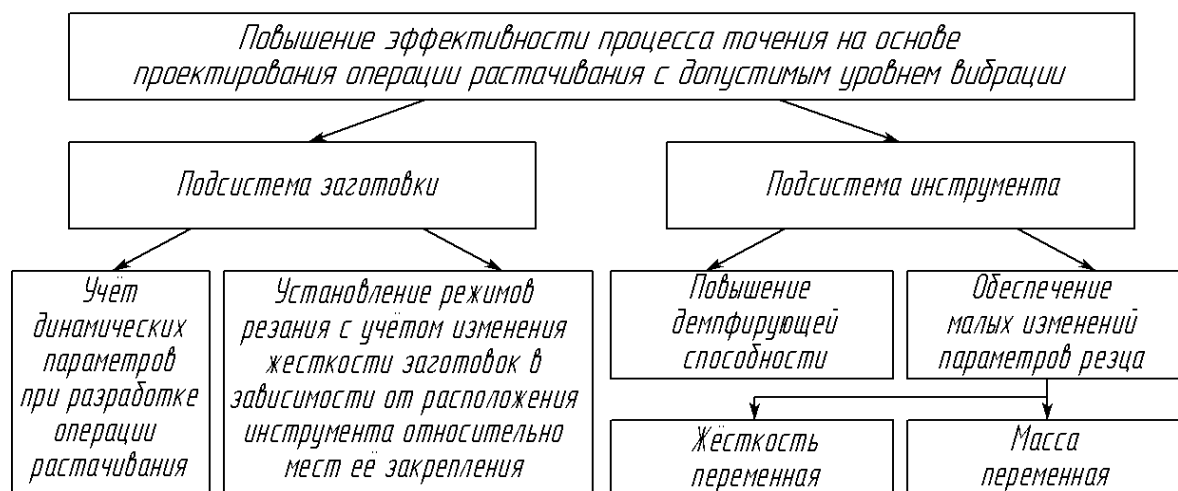


Рис. 1. Основные направления совершенствования проектирования виброустойчивого процесса точения

На жёсткость станка существенное влияние оказывают ошибки, допущенные при изготовлении деталей и сборке всех элементов, составляющих упругую систему станка. Для уменьшения влияния таких ошибок целесообразно рассматривать технологическую жесткость станка не в целом, а степень её влияния на возникающие в зоне резания колебания. Однако увеличение жесткости уже имеющегося станка требует больших затрат временных и денежных ресурсов и не всегда возможно ввиду его конструктивных особенностей.

Вопросы обеспечения безвибрационной обработки могут решаться и за счет выбора жесткости, определяющей динамическую силу резания, в зависимости от конкретных условий обработки. Увеличение жесткости инструмента достаточно часто используется на практике, и существует множество конструкций инструмента повышенной жесткости. Конструкции обеспечивают, например, поворот оси максимальной жесткости в направлении силы резания, или способствуют увеличению внутреннего трения и т.д. Однако существенными недостатками их являются сложность и высокая стоимость.

Добиться повышения виброустойчивости можно и за счет увеличения жесткости заготовки. К наиболее нежестким относятся пустотелые тонкостенные детали.

Еще одним способом увеличения жесткости системы является использование демпферов. В соответствии с принципом действия демпферов

для получения высокой эффективности их следует располагать в тех местах, где амплитуда вибраций наибольшая. Существует множество конструкций демпферов для различных условий применения. Из всего многообразия конструкций можно выделить два основных типа: активные и пассивные.

Другой способ – оптимизация режимов резания. Во многих случаях на практике изменение скорости резания оказывается одним из простых и эффективных способов устранения вибраций. Влияние подачи зависит от диапазона скоростей, в котором ведется обработка, и может выражаться в повышении или понижении виброустойчивости при увеличении подачи.

Стремление своевременного учета появляющихся причин возникновения автоколебаний привело к появлению автоматизированных систем управления, которые позволяют адаптивно оптимизировать процесс металлообработки благодаря получаемой текущей информации о параметрах, определяющих условия и качество процесса резания. Такие системы получили название адаптивных систем, задачей которых является поддержание таких параметров процесса резания, при которых управляющее воздействие обеспечивало бы экстремум выбранного критерия оптимизации.

В связи с появлением таких систем широкое распространение получил способ повышения виброустойчивости с управлением скоростью резания в процессе обработки. Сущность способа, заключается в следующем: при технологических режимах, при которых динамическая система неустойчива, резание сопровождается колебаниями с постоянно возрастающей амплитудой. В некоторый момент времени, когда значение амплитуды колебаний превышает предельно допустимую величину, скорость резания начинает изменяться относительно некоторого среднего значения. Далее, при изменении скорости амплитуда автоколебаний начинает уменьшаться, что позволяет ограничить её некоторым уровнем. При использовании таких способов в переменных условиях резания возможно также периодическое изменение скорости резания, которое будет способствовать гашению автоколебаний за счет недопущения равенства или кратности частоты вращения заготовки и собственной частоты упругой системы и исключения резонансных явлений.

Для реализации способа снижения уровня автоколебаний с девиацией скорости резания необходима система адаптивного управления приводом главного движения. Разработка такого способа адаптивного управления скоростью резания предполагает разработку системы программного управления девиацией режимов резания с эффективным алгоритмом прогнозирования и идентификации зарождения автоколебаний в технологической системе.

Существует два наиболее распространённых способа управления электроприводом для реализации способа девиации скорости резания: аналоговый и цифровой.

Аналоговый способ управления наиболее оптимален для регулирования скоростью двигателей постоянного тока (рис. 2). Этот способ заключается в изменении напряжения на якоре двигателя за счёт управляемого электрического преобразователя. Как правило, в этом случае двигатель с

независимым возбуждением получает питание от управляемого преобразователя.

Система управления электропривода содержит два контура регулирования: внутренний контур тока якоря и внешний контур скорости. Контур скорости представляет собой цепь обратной связи по скорости двигателя и регулятора скорости. На входе регулятора скорости сравниваются напряжения задания скорости  $U_{зад}$ , подаваемое от системы ЧПУ, и напряжение от формирователя напряжения девиации, в зависимости от алгоритма девиации.

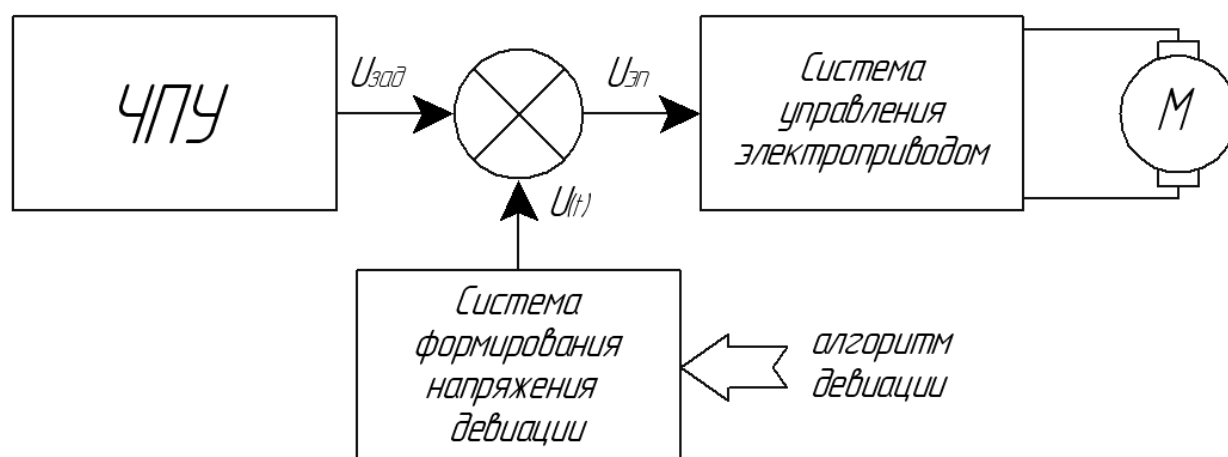


Рис. 2. Девиация с аналоговым управлением электроприводом

Для управления частотой вращения асинхронного двигателя применяют цифровой способ управления. Отличием этого метода является то, что система ЧПУ задаёт цифровые сигналы разрядности кода управления и частоты прохождения тактового сигнала, на основе которых с учетом сигнала девиации корректируют широтно-импульсный сигнал управления угловой скоростью вращения ротора двигателя (рис. 3).

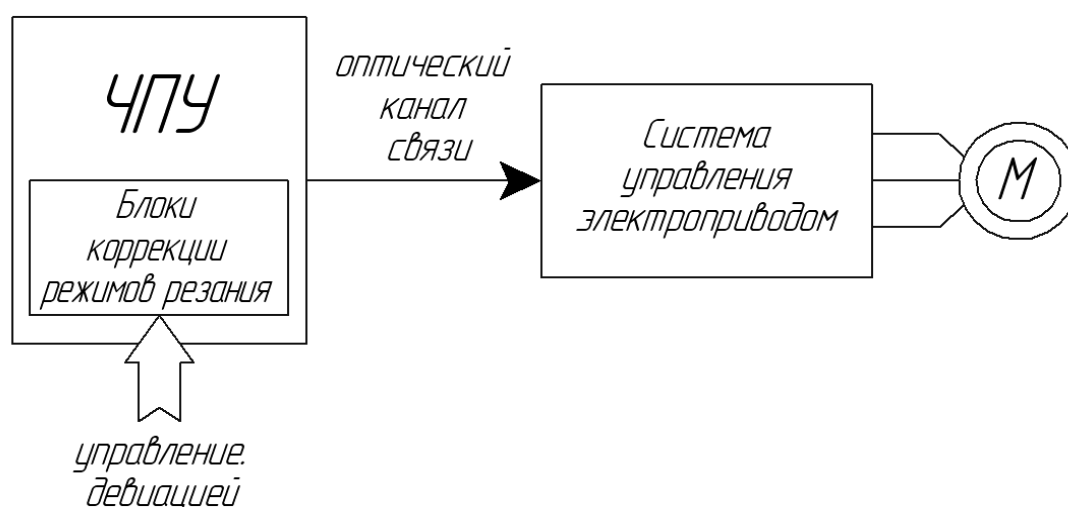


Рис. 3. Девиация с цифровым управлением электроприводом

В системе ЧПУ скорость шпинделя выбирается программой. Скорость шпинделя программируется оператором в кадрах управляемой программы. Запрограммированная скорость остается активной, пока не поступит сигнал коррекции режимов резания.

Шпиндель имеет различное количество диапазонов (передач). Каждая передача означает диапазон скорости, в котором работает ЧПУ. Запрограммированная скорость должна находиться в пределах активной передачи; иначе потребуются изменение передачи. Система ЧПУ не допускает скорости выше, чем та, которая определена для выбранной передачи. С помощью блоков коррекции, на основании сигнала управления девиации осуществляется регулирование частоты вращения шпинделя в пределах выбранной передачи.

Некоторые системы ЧПУ дают возможность оператору задавать величину коррекции. Управление блоком формирования сигнала коррекции осуществляется посредством пульта оператора станка через специальный интерфейс (рис. 4).

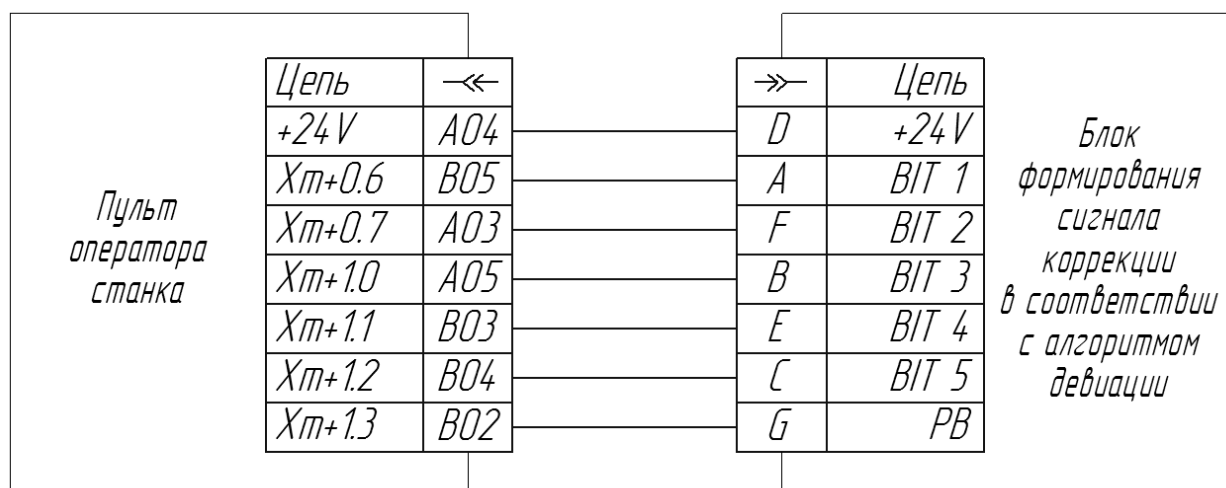


Рис. 4. Аппаратная реализация девиации частоты вращения

### Список литературы

1. Аршанский М.М., Щербаков В.П. Вибродиагностика и управление точностью обработки на MPC / М.: Машиностроение, 1988. - 136с.
2. Афонин А.А., Афонина Н.А., Орлов А.Б. Повышение виброустойчивости технологической системы на основе управляемой девиации параметров режима резания // «Справочник». Инженерный журнал, приложение №8. - 2004 - С. 29-32.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВА СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА В МНОГОЦЕЛЕВОМ СТАНКЕ

Хоанг Ван Чи, В.С. Сальников  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В настоящее время как при выборе многооперационного станка, так и при разработке технологических процессов обработки необходимо учитывать число режущих инструментов, расположение и доступность инструментального магазина, наличие датчиков для контроля износа инструментов и обнаружения их поломки, время смены инструмента. Различают время смены «от реза до реза», т.е. время от момента прекращения резания одним инструментом до момента начала резания следующим и время собственно замены одного инструмента в шпинделе на другой. Все перечисленные факторы должны оцениваться с позиций настоящих и перспективных потребностей производства. От этого может зависеть, например, переход от единичных станков к гибкой производственной ячейке или системе.

Системы смены инструментов используют системы устройств и механизмов, включающие два основных элемента: *инструментальный магазин* — для создания запаса режущего инструмента, достаточного для обработки одной или нескольких заготовок, и *устройства автоматической смены инструментов* — для передачи инструмента из магазина в шпиндель станка и обратно.

В магазине, кроме того, могут быть размещены контрольно-измерительная оснастка для автоматического обмера обработанных поверхностей, многоинструментальные головки и другое оборудование.

В многооперационных станках используют магазины и устройства смены различных типов и конструкций. При оценке их возможностей и выборе необходимо учитывать предъявляемые к ним требования.

Для магазинов такими требованиями являются:

**1.** Вместимость магазина должна быть такой, чтобы одного комплекта имеющегося в нем инструмента было достаточно для обработки наиболее типичной для данного станка заготовки.

**2.** Магазин должен быть конструктивно прост и компактен.

**3.** Магазин предпочтительно располагать вне рабочей зоны станка и так, чтобы он и выступающие из него инструменты не мешали подходу рабочего инструмента к заготовке, ее перемещениям, установке и снятию (в том числе в автоматическом режиме ее смены), наладке станка.

Кроме того, при установке магазина следует обеспечивать защиту его и находящихся в нем инструментов (особенно базовых конических поверхностей оправок) от загрязнения.

**4.** Необходимо обеспечить удобный и безопасный доступ к магазину наладчика и оператора. Особенно это важно для станков, оснащенных тяжелыми инструментами массой до нескольких десятков килограммов.

**5.** Конструкция станка должна обеспечивать быструю смену инструмента.

**6.** Работа магазина не должна вызывать недопустимой вибрации станка при поиске инструмента для выполнения последующих операций.

Для обеспечения таких требований, в работе рассмотрен один из методов повышения эффективности механизма замены инструментов в много целевом станке.

В зависимости от конструкции станка, время индексации магазина составляет значительную долю штучного времени обработки.

В данной работе рассмотрен многоцелевой станок с ЧПУ модели 2254ВМФ4 с инструментальным магазином. Рассмотрен метод повышения эффективности механизма замены инструментов, то есть метод повышения быстродействия индексации инструментального магазина, были проведены анализа механической системы и также анализ привода инструментального магазина[3].

В ходе выполнения работы были проведены:

*1. Описание станка, кинематический расчет станка.*

Кинематическая схема состоит из следующих цепей:

- вращения шпинделя – главное движение М1;
- вертикальное перемещение шпиндельной бабки: вертикальная подача (привод Z) М2;
- поперечное перемещение стола: поперечная подача (привод X) М3;
- продольное перемещение стола: продольная подача (привод Y) М4;
- вращение револьверной головки М5;

В составе привода главного движения используется двигатель постоянного тока М1 с широким диапазоном регулирования, а привод подач осуществляются от высоко-моментных двигателей постоянного тока М2, М3, М4, М5 и шарико-витовых передач.

Станок имеет крестовый стол и вертикально-подвижную шпиндельную бабку. На станине располагается шпиндельная головка с коробкой скоростей на 2 скорости. Станок имеет три управляемые координаты: Z – вертикальная подача стола, Y – продольная подача стола, X – поперечная подача стола. Контроль перемещения по оси Z осуществляется при помощи конечных выключателей SQ1...SQ4, по оси X – SQ5...SQ8, по оси Y – SQ9...SQ12. На каждом ходовом винте установлен датчик типа BE-178.

Привод главного движения станка выполнен на базе двигателя постоянного тока 2ПФ132ЛГ мощностью 4,2 кВт и коробки скоростей на 2 скорости. Контроль за вращением шпинделя осуществляется при помощи датчика резбонарезания типа BE-178. Переключение скоростей происходит при помощи пневмо-цилиндра. Остановка переключения скоростей производится через конечные выключатели SQ13..SQ16.

Станок оснащен инструментальным магазином барабанного типа и устройством автоматической смены инструментов. Смена инструмента револьверной головки на 30 инструментов происходит при помощи электродвигателя М5 следующим образом: револьверная головка поворачивается до заданной позиции и останавливается по достижении одного из конечных выключателей SQ17...SQ46 с небольшим перебегом;

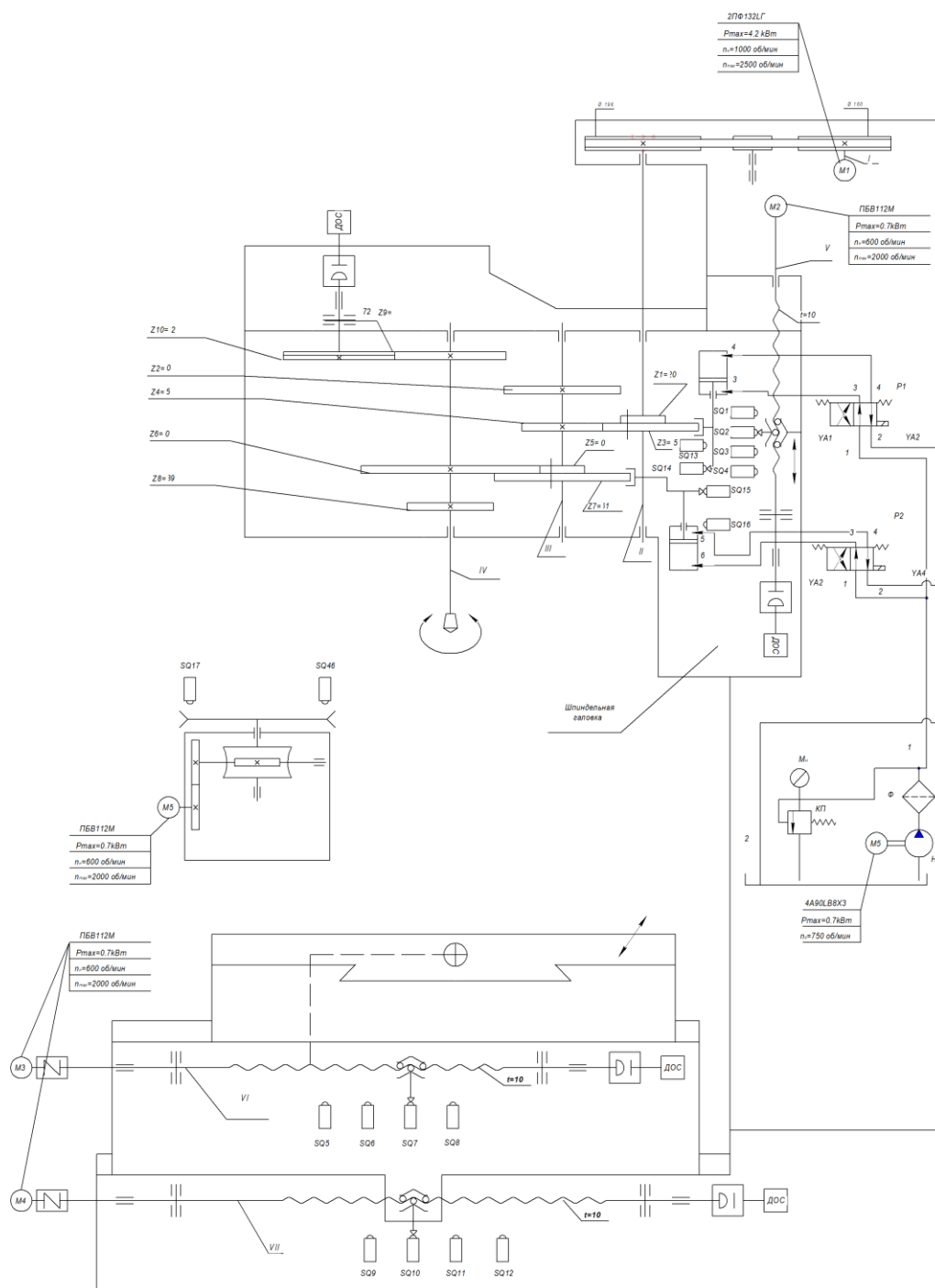


Рис.1: Гидро-кинематическая схема многоцелевой станки модели 2254BMФ4

## 2. Разработка схемы электро-автоматики и подключения СЧПУ к станку.

Схема электроавтоматики станка показана на рис. 2. и содержит:

- ❖ Подключение к питанию комплектных приводов подач и главного движения с указанием выходов контроля состояния: готовность привода, управление приводом, термозащита. Соединение блоков управления с двигателями, тахогенераторами, термодатчиками[4].

- ❖ Подключение электродвигателей постоянного тока приводов подач по осям X, Y, Z.



❖ Средства защиты.

➤ Вводный автомат защиты QF1; предназначен для защиты всей электроавтоматики станка от перегрузок .

➤ автоматы защиты комплектных приводов подачи и главного движения QF2, QF3, QF4, QF5, QF6 от перегрузок.

➤ тепловые реле КК1...КК3; предназначены для защиты электродвигателей от недопустимого перегрева при длительных перегрузках. Предназначены для обеспечения защиты трансформаторов и цепей управления от перегрева и короткого замыкания.

➤ блоки для защиты от электрических помех электродвигателей.

❖ Трансформаторы.

➤ Для формирования напряжений, питающих промежуточные схемы управления TV 1, TV 2 и сигнализатор заземления.

➤ Для формирования напряжений, питающих комплектные электроприводы TV 3, TV 4, TV 5, TV 6, TV 7.

❖ Средства индикации: Сигнализатора заземления Н 1, Н 2; предназначен для индикации наличия заземления.

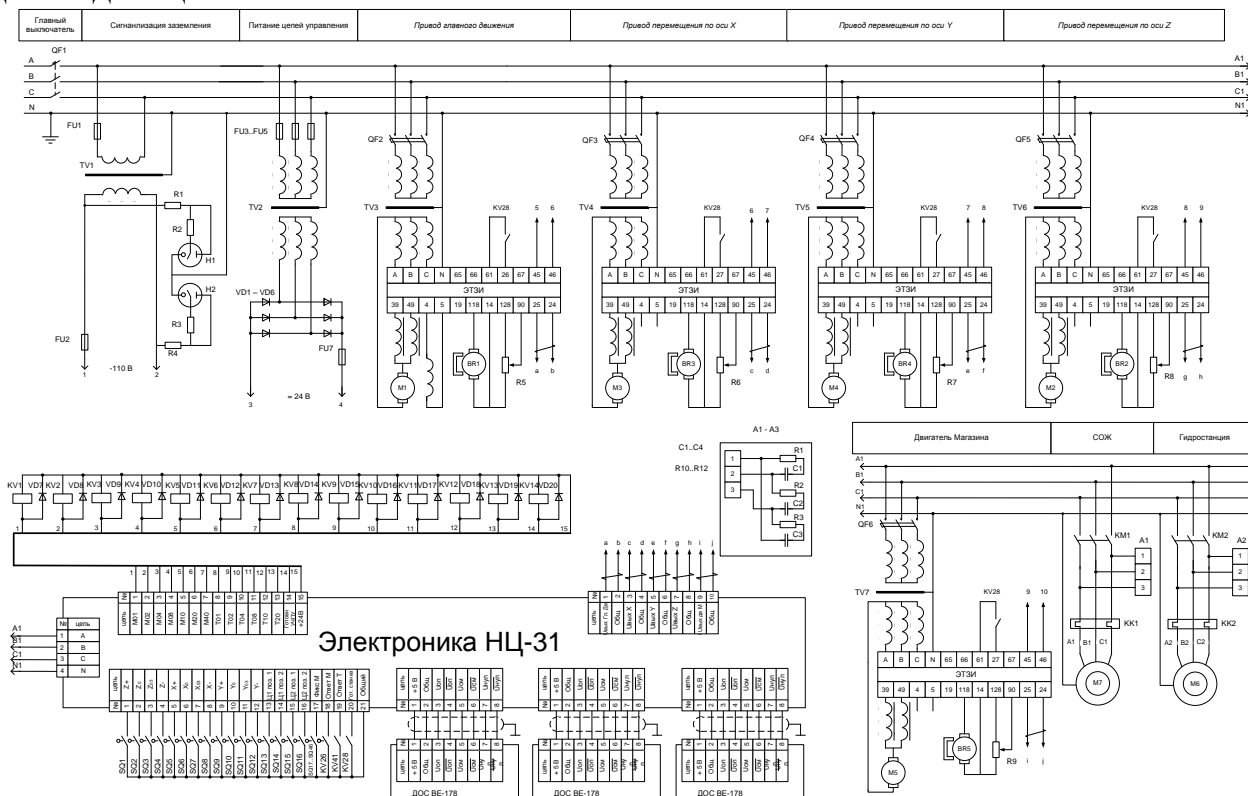


Рис. 2: Принципиальная схема электроавтоматика станка

### 3. Анализ устойчивости работы привода инструментального магазина.

Основным моментом анализа исходной системы является установление факта устойчивости системы. Если она неустойчива, то она только по этой причине уже требует коррекции. При устойчивой исходной системы требуется проверка удовлетворения динамических и точностных требований.

Для оценки устойчивости используются алгебраические критерии Гурвица, частотные методы Михайлова и Найквиста, а также метод основанный на логарифмических частотных характеристиках[1].

Принцип всех критериев основан на анализе корней характеристического уравнения, на наличие нулевых и действительных корней, а также комплексных корней, имеющих положительную действительную связь.

В результате получим система устойчива по всем критериям.

#### 4. Синтез закона управления.

Важной задачей разработки системы автоматического регулирования была задача максимально рационального проведения расчетов и выбора необходимой элементной базы.

Был проведен построения переходного процесса в скорректированной системе регулирования[2].

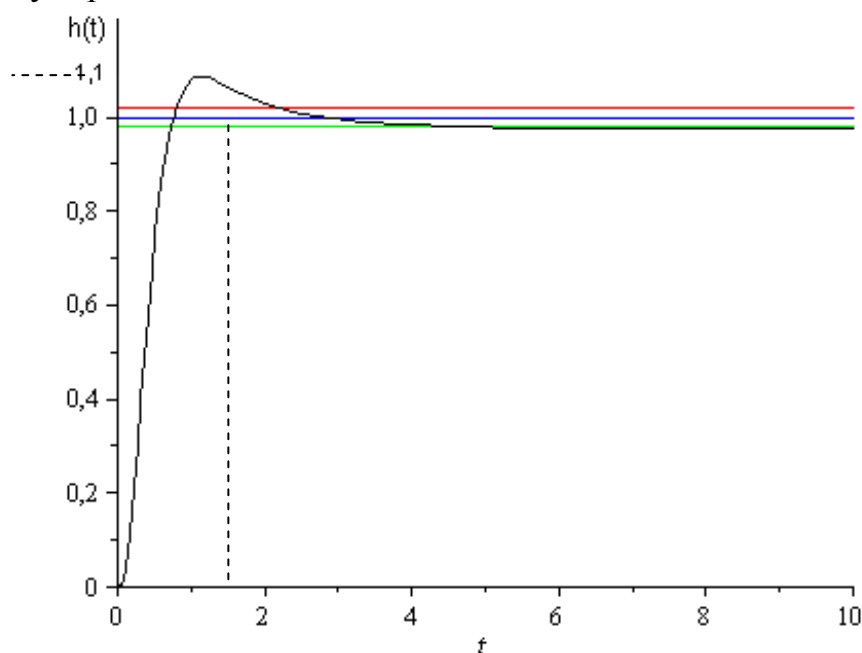


Рис. 3. Переходный процесс в скорректированной системе регулирования

Расчеты в процессе выполнения работы были проведены с использованием инженерных методов, которые наиболее просты и имеют широкое применение на практике.

В результате выполняемой работы, время смены инструмента составлено 3 секунды, быстродействие индексации магазина повысилось на 10 %.

## Список литературы

1. *Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления / под ред. А.В. Бесекерского. – изд. 3-е, перераб., доп. – М.: Наука, 1969. – 588 с.*
2. *Теория автоматического управления / под общ. ред. А.В. Бесекерского. - М.: Высшая школа, 1975. - 678 с.*
3. *Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. – О.П. Михайлов, 1990.*
4. *Теория автоматического управления /под общ. ред. А.В. Бесекерского. - М.: Высшая школа, 1975. - 678 с.*

## КОНТРОЛЬ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТАНКОВ

А.А. Чиликин

Тульский государственный университет,  
г. Тула

Технический контроль является наиболее общим стандартизированным понятием в области контроля в машино- и приборостроения. Объектами технического контроля являются: продукция, процессы её создания, применения, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта, а также соответствующая техническая документация[1].

Для осуществления технологического контроля сначала с тестируемого объекта получают необходимые данные, которые затем сравниваются со стандартными значениями и спецификациями к объекту контроля.

Контролируемые параметры могут измеряться автоматически или оператором с помощью средств измерения. В ряде случаев при контроле процесс измерения может отсутствовать, например, при органолептическом контроле, при котором первичная информация от объекта воспринимается только посредством органов чувств без учёта значений параметров. Процесс измерения в ряде случаев может быть довольно сложным, в частности при косвенных методах измерения, когда значения искомого параметра определяется не непосредственно, а вычисляются по результатам измерений других параметров[1].

Современные станки с ЧПУ представляют собой сложнейшие механизмы. Для их безотказной работы необходимо осуществлять постоянную диагностику всех механизмов. На заре станкостроения отклонения в точности обработки достигали немыслимых сейчас величин в несколько миллиметров. Сейчас же не достаточно простого контроля частоты вращения шпинделя. Например особо-точные станки должны работать в помещениях, где поддерживается постоянная температура окружающей среды, а станки нормальной и высокой точности не настолько требовательны в использовании. Но как и для мастер станков,

измерение вибраций и оценка степени опасности повреждений является одним из наиболее эффективных методов повышения их надёжности.

Для этого используются специальные приборы – измерители вибрации (виброметры). Виброметр - это прибор предназначенный для контроля и регистрации виброскорости, виброускорения, амплитуды и частоты синусоидальных колебаний различных объектов[2].

Виброизмерительная аппаратура используется для контроля технического состояния оборудования на различных стадиях эксплуатации. Наблюдая за изменением параметров вибрации в характерных для данного объекта точках, можно определить вид и местоположение дефекта, оценить степень его опасности, а, следовательно, и необходимость останова оборудования для предупреждения аварийной ситуации. Виброакустическая диагностика широко применяется при контроле роторов турбин, двигателей, подшипников, станков и других электромеханических систем[1].

Ещё одним из самых распространённых видов измерений является измерение электрических параметров, тем более что подавляющее большинство датчиков различных физических величин преобразуют их в электрические сигналы как наиболее удобные с точки зрения дальнейшего использования. Электроизмерительная техника характеризуется ростом многообразия аппаратуры для сбора, преобразования, измерения и представления измерительной информации. Число типов приборов превышает 1500. Электроизмерительные приборы по виду измеряемого параметра делят на 6 больших групп: вольтметры, амперметры, измерители параметров электрических цепей, приборы частотно-временной группы, комбинированные приборы, фазометры. Основная масса приборов — цифровые, что позволяет встраивать их в измерительные комплексы с ЭВМ. Ряд приборов оснащён встроенными микропроцессорами, обеспечивающими обработку информации по заданным программам.

На основе указанных приборов создаются информационно-измерительные системы (ИИС), представляющие собой высший уровень интеграции электроизмерительной техники. ИИС — это совокупность средств измерений, вычислительной техники и вспомогательных средств, соединённых каналами связи и имеющих общее управление.

По назначению различают:

— измерительные ИИС, выполняющие прямые и косвенные измерения с соответствующей обработкой;

— ИИС автоматизированного контроля, предназначенные для получения информации об отклонениях значений контролируемых параметров от установленных нормальных значений;

- ИИС технической диагностики, предназначенные для получения информации о неисправностях, на основании которой решается задача отыскания дефекта и установления причины отказа.

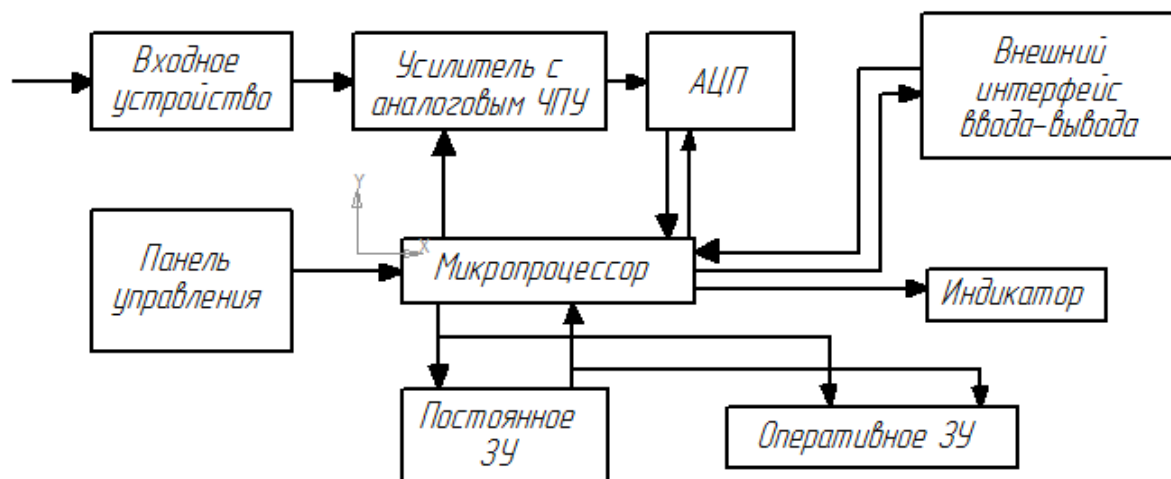


Рис. 1 Структура ИИС

В структуру ИИС (Рисунок) обязательно входят первичные и вторичные измерительные преобразователи. Первичные — датчики — осуществляют преобразование входной физической величины в унифицированное выходное значение электрического параметра, вторичные — реализуют определённую функциональную зависимость между входным и выходным значениями электрических унифицированных параметров, обеспечивая сопряжение с другими приборами в составе ИИС[1].

У любого станка есть параметры определяющие размеры устанавливаемых в него заготовок. Если их превысить и установить слишком крупную заготовку, при обработке могут возникнуть трудности, вплоть до вылета заготовки с установленной позиции.

При контроле объектов параметрами измерения часто являются линейный размер детали, перемещение узла, изменение формы поверхности и т.п. В машиностроении, например, контроль размеров деталей составляет 90 % всех операций производственного контроля.

Для автоматизированного контроля размеров используются датчики различных типов (контактные и бесконтактные): оптические, электромеханические, индуктивные, ёмкостные и другие.

Для контроля перемещений, например, рабочих органов станков, роботов, координацию-измерительных машин применяют измерители угловых и линейных перемещений: импульсные и кодовые фотоэлектрические датчики, индуктосины, лазерные интерферометры. Они отличаются диапазоном измерений, дискретностью отсчёта и точностью измерения. Для контроля положения поверхности используются щупы — датчики контакта — индуктивного или фотоэлектрического типов[1].

При обработке деталей происходит нагрев всех систем станка. Нагреваются режущий инструмент, заготовка, двигатель станка, а также валы и шестерни, что может приводить к сбоям и заклиниваниям. Поэтому температура — один из основных параметров диагностирования многих

технических объектов. Приборы для контроля температуры разделяют на два класса: контактного и бесконтактного действия, которые в свою очередь подразделяются по физическим эффектам, положенным в основу принципа их действия.

К приборам контактного действия относятся: термометры расширения (жидкостные, манометрические и др.) и электротермометры (термоэлектрические, терморезистивные, термотранзисторные и др.).

К приборам бесконтактного действия относятся: пирометры излучения (яркостные, цветовые, радиационные), тепловизоры — устройства визуализации изображения слабо нагретых тел.

Приборы различаются диапазоном и точностью измерения температуры, линейностью характеристик, габаритами датчиков, помехоустойчивостью, возможностями эффективного использования в автоматизированных системах контроля.

Разнообразие методов контроля уровня связано с различием контролируемых сред по физическим и химическим свойствам, отличием требований к защите от воздействия контролируемой и окружающей сред, к метрологическим характеристикам и т.п. Наиболее распространены поплавковый, буйковый, емкостной и ультразвуковой методы контроля уровня, различающиеся диапазоном и погрешностью измерения, температурой и давлением контролируемой среды.

Буйковый метод также отличается простотой и широким применением. Принцип действия основан на изменении выталкивающей силы, действующей на буйек, погружённый в жидкость. Передача сигнала о контролируемом уровне осуществляется через пневматическое устройство (торсионная трубка) или тензометрический преобразователь[1].

Для измерения расхода жидкостей применяют расходомеры переменного перепада давления (дифманометры-расходомеры), ротаметры, тахеометрические расходомеры и счётчики объёмного типа.

Дифманометры-расходомеры работают по принципу измерения-перепада давления, создаваемого в зависимости от расхода жидкости или газа с помощью сужающего устройства.

Для измерения расхода различных агрессивных сред применяют ротаметр. Конструктивно он состоит из расширяющейся конической трубки и заключённого в ней поплавка, перемещающегося с изменением расхода. Это служит мерой величины расхода, которая измеряется с помощью магнитного или индуктивного преобразователя положения в электрический сигнал.

В турбинных тахеометрических расходомерах в качестве чувствительного элемента первичного преобразователя расхода применяют крыльчатки аксиального или тангенциального типов, скорость вращения которых пропорциональна скорости (объёмному расходу) протекающего вещества. На корпусе с внешней стороны устанавливается тахеометрический индукционный преобразователь оборотов крыльчатки в электрический импульсный сигнал.

К измерителям расхода, действие которых основано на новых физических принципах, относятся электромагнитные, ультразвуковые, лазерные, корреляционные и другие.

К сожалению, из-за отсутствия в ряде случаев регулярных и экономичных достаточно формализованных методов повышения контролепригодности объектов на практике широко используются неформальные рекомендации, облегчающие диагностирование. Следовательно, нужны разнообразные подходы и методы для повышения контролепригодности объектов различного уровня, с тем чтобы выбрать приемлемый вариант в каждом конкретном случае. Таким образом, диагностическое обеспечение закладывается на этапе проектирования объекта, обеспечивается на этапе изготовления и поддерживается на этапе эксплуатации[1].

### Список литературы

5. Бржозовский Б.М, Игнатъев А.А, Мартынов В.В. *Диагностика и надёжность автоматизированных систем.* - Изд-во: Тонкие наукоёмкие технологии, 2010. - 380 с.

6. [http://www.port.p-d-o.ru/category\\_7.html](http://www.port.p-d-o.ru/category_7.html).

## **ЕДИНЫЙ ПОРТАЛ ПО ОФОРМЛЕНИЮ И СОГЛАСОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ЗАКУПКИ ТОВАРОВ, РАБОТ, УСЛУГ**

А. В. Еким, В. П. Кочетов  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В настоящее время компьютеризация в обществе развивается очень быстрыми темпами и играет огромную роль в жизни человека. При помощи компьютерных технологий автоматизируется широкий круг процессов, которые в недалеком прошлом возлагались на человека. Информационные технологии используются повсюду: в промышленности, транспорте, быту, а также и в экономике. Последние изменения в Федеральный закон № 94-ФЗ обязывает Федеральных заказчиков проводить открытые аукционы в электронной форме с 1 июля 2010 года, а для Муниципальных заказчиков с 1 января 2011 года[1], что влечет за собой переход более половины всей доли государственных торгов в электронный вид.

Государственные закупки являются важным компонентом национальной экономики Российской Федерации. Объем госзакупок с каждым годом растет, в связи с этим проблема организации госзакупок с использованием электронных торгов (конкурсов, аукционов госзакупок) чрезвычайно актуальна в масштабах страны. Благодаря новейшим интернет технологиям и новой законодательной базе о размещении госзаказа стало возможно повысить эффективность всего

процесса проведения госзакупок за счет использования механизма электронной торговли.

Но система проведения электронных госзакупок имеет не только преимущества, но и недостатки. Самым главным недостатком является то, что заказчик видит товар (работу, услугу) только после подписания контракта. В связи с большим демпингом цен качество поставляемых товаров существенно падает, что может привести, в итоге, к срыву обеспечения жизнедеятельности учреждения. Чтобы предотвратить это, заказчику необходимо очень внимательно и грамотно подходить к подготовке технического задания, так как именно на его основе и осуществляется поставка Исполнителем, а также детально изучать все предложения участников. Подчас одно добавленное слово Исполнителя, неоднозначно понятое Заказчиком, может повлечь за собой необратимые последствия.

Техническая часть - это самая важная и ответственная часть документации об аукционе. От квалифицированной проработки технических требований зависит целевое использование бюджетных средств, качество товаров(работ, услуг), отсутствие разногласий с Исполнителем государственного заказа. Технические задания являются ключевым разделом аукционной документации. Технические задания должны быть составлены настолько детально, чтобы позволить Исполнителю правильно разработать методологию выполнения задания и соответственно оценить его стоимость. Заказчику принципиально важно учитывать, что на этапе реализации Государственного контракта у него нет права в одностороннем порядке менять технические требования, вводить новые виды работ, требовать исполнения каких-то дополнительных заданий. Соответственно, принципиально важно, чтобы уже в аукционной документации был приведен полный и конечный перечень работ, которые должен будет выполнить Исполнитель.

Чтобы избежать проблем, связанных с неточным, имеющим ошибки, неоднозначности или какие-либо недочеты, техническим заданием на этапе формирования заказа, предлагается разработать систему, которая позволяла бы уменьшить количество доработок и сократить время согласования технических заданий между Исполнителем и Заказчиком. Исполнители смогут более детально и качественно предоставлять информацию об имеющихся товарах, видах работ и услуг. Поставщики смогут на основе имеющейся информации о характеристиках, предоставляемых Исполнителями на конкретный вид продукции, определить конкретные показатели и качество товара(работы, услуги), который они смогут использовать при формировании технического задания. Данный подход поможет существенно упростить формирование технической части аукционной документации, и, как следствие, повысить качество и надежность электронных закупок.

Таким образом, при реализации системы будут достигнуты следующие основные цели:

- 1) создание единого общероссийского портала, позволяющего хранить и обрабатывать информацию о технических заданиях для закупки товаров, работ, услуг;



2) автоматизация процесса поиска и обработки информации государственным или муниципальным заказчиком для составления технических заданий для закупки товаров, работ, услуг;

3) обеспечение связи поставщика товаров, работ, услуг для государственных или муниципальных нужд с заказчиком, с целью автоматизации работы по формированию технического задания.

### Список литературы

1. Минэкономразвития России ФАС России «29» июля 2010 г. № 13369-АП/Д22/АЦ/24051

## РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ВЕБ-САЙТОВ НА КЛИЕНТСКИХ СИСТЕМАХ

В.П. Кочетов, А.В. Еким  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Одним из протоколов передачи данных является BitTorrent - пиринговый сетевой протокол для кооперативного обмена файлами через Интернет, в котором файлы передаются частями, каждый torrent-клиент, скачивая эти части, в то же время закачивает их другим клиентам, что снижает нагрузку и зависимость от каждого клиента-источника и обеспечивает избыточность данных. BitTorrent-трекер — веб-сервер, осуществляющий координацию клиентов BitTorrent.

Так же необходимо пояснить такое понятие как хостинг. Хостинг - услуга по предоставлению вычислительных мощностей для физического размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети. Хостингом также называется услуга по размещению оборудования клиента на территории провайдера с обеспечением подключения его к каналам связи с высокой пропускной способностью.

До появления протокола BitTorrent вся информация в интернете хранилась на серверах хостингов. В данное время колоссальные объемы информации находятся на локальных системах пользователей. При этом для поддержания работоспособности BitTorrent-трекеров расходуется мизерная доля тех ресурсов, которые бы расходовались если бы информация хранилась на хостинге.

Предлагается разработка системы по автоматическому размещению информационных ресурсов веб-сайта на клиентских системах при первом обращении клиента к данному веб-узлу. При достаточном распространении информационных ресурсов сайта по клиентам, новые клиенты, запрашивающие информацию будут получать её от доступных в данный момент клиентов по сетевому протоколу BitTorrent, тем самым устранив нагрузку на первичный веб-сервер. При обновлении или добавлении данных на сайт, первичный веб-

сервер помечает данные как новые и при повторном обращении клиента отдает ему лишь новые добавленные данные, тем самым устраняя необходимость загрузки всех информационных ресурсов сайта. Этот клиент в свою очередь отдает другим клиентам только новые данные сайта, снижая нагрузку на канал и ресурсы системы.

Таким образом, планируется отказ от услуг хостинга в пользу кооперативного хранения используемой информации.

Для сохранения физического пространства дисковой подсистемы пользователей целесообразно хранение данных только с тех информационных ресурсов, которые пользователь посещает периодически. Если пользователь не посещал определенный информационный ресурс достаточно долгое время, то необходимо удаление данных с дисковой подсистемы клиента. Так же целесообразно проведение исследования на данной платформе для выяснения достаточного количества пользователей информационного ресурса для поддержания круглосуточного доступа к актуальным данным, для пользователей которые будут получать большой объем данных с актуальных клиентов.

Актуальность данного рода хранения информации действительна преимущественно для информационных ресурсов, таких как справочные сайты, ресурсы подобные Википедии, различного рода блоги. Это обусловлено тем, что на таких ресурсах не критична скорость обновления данных. Предлагается исключить возможность хранения личных данных пользователей на других клиентских системах, во избежание использования этой информации для недоброжелательных целей. Если не удастся обойтись без использования конфиденциальных данных, то предполагается возможность побитового кодирования информации. Алгоритм и данные для кодирования предполагается хранить на первичном веб-сервере, который так же является своего рода BitTorrent-трекером.

Экономический эффект от разработки данной системы предполагается получить от снижения числа оборотов, необходимого для поддержания работоспособности сайтов, а так же от снижения скорости пропускного канала у первичного сервера. Скорость пропускного канала у сервера является в данный момент важнейшим элементом обеспечения работоспособности веб-ресурсов, а так же немалой статьей расходов хостинга.

Для обеспечения работоспособности системы необходима разработка веб-ресурса, который будет обеспечивать работу первичных серверов веб-сайтов, а так же разработка плагинов или дополнений для популярных браузеров (Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, Opera).

При необходимости использования баз данных для структурированного хранения информации на сайте планируется использование нереляционных баз данных, в которых информация хранится в виде пары ключа и значения. Это обусловлено тем, что добавление и чтение данных в такой базе являются простейшими операциями, что еще более снижает нагрузку на клиентские системы. Для безопасного хранения таблиц базы данных необходимо предусмотреть механизмы оперативного и эффективного кодирования и

раскодирования информации. Эти операции необходимо реализовать в плагинах и дополнениях к браузерам, которые планируется разработать.

### Список литературы

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов. Изд-во Питер, 2007. 960 с.*
2. Таненбаум Э. *Компьютерные сети: 4-е изд., Изд-во Питер, 2007. 992 с.*

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ В АКУСТИКЕ

В.Э. Степанова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

Применение решений обратной геометрической задачи в акустике в дифракционной постановке рассеяния звука упругим телом.

Степанова В.Э.

Решение обратной геометрической задачи в акустике в дифракционной постановке рассеяния звука упругим телом имеет как фундаментальный математический смысл, так и, несомненно, практический. В итоге решения этой задачи мы должны получить некий программный продукт для построения и вычисления характеристик, необходимых уже для построения различных моделей.

Рассмотрим суть задачи. Есть некий черный ящик, на него посылаются известные волны и возникает суммарное акустическое поле, состоящее из суммы падающего невозмущимого поля и искажений, вносимых препятствием. Эти искажения с помощью приборов с определенной программой будут рассчитаны. В итоге мы и получаем необходимые характеристики нашего искомого черного ящика, будь то воздушные пробки в бетонной подушке или дефекты в исследуемом материале.

Рассмотрим основные сферы применения решений этой задачи:

1. Акустическая дефектоскопия. Дефектоскопы. В импульсных дефектоскопах используются эхо-метод, теневой зеркально-теневой методы контроля. Эхо-метод основан на послылке в изделие коротких импульсов ультразвуковых колебаний и регистрации интенсивности и времени прихода эхосигналов, отражённых от дефектов. Для контроля изделия датчик эхodefектоскопа сканирует его поверхность. Метод позволяет обнаруживать поверхностные и глубинные дефекты с различной ориентировкой.

2. Геоакустика. Изучаются явления, связанные с применением упругих волн для изучения строения и свойств верхних слоев земной коры (акустическая разведка, сейсмическая разведка, глубинное сейсмическое зондирование, ультразвуковая эхолокация). Акустическая разведка

производится на определённой, заданной частоте и методом отражения и прозвучивания обнаруживает инородные рудные тела в массивах между водонаполненными скважинами, Акустическая разведка возникла почти одновременно с гидролокацией и эхолокацией морского дна. Изучение строения слоистой среды для более детального расчленения разреза производится также в самих скважинах (звуковой каротаж).

3. Медицинская ультразвуковая диагностика. С точки зрения физики ультразвука ткани человеческого тела близки по своим свойствам жидкой среде, поэтому давление на них ультразвуковой волны может быть описано как сила, действующая на жидкость. В настоящее время ультразвуковой метод нашел широкое диагностическое применение и стал неотъемлемой частью клинического обследования больных.

Так же существует медицинская акустика — разработка медицинской аппаратуры, основанной на обработке и передаче звуковых сигналов (слуховые аппараты, диагностические приборы).

### Список литературы

1. Бреховских Л.М., Гончаров В.В. Введение в механику сплошных сред: В приложении к теории волн. - М.:Наука, 1982. 335 с.
2. Лепендин Л.Ф. Акустика. - М.: Высшая школа, 1978, 445с.
3. Толоконников Л.А., Скобельцын С.А. Дифракция звуковых волн на неоднородных и анизотропных телах.: ТулГУ, 2004, 200с.
4. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики.-М.: Наука, 1973, 536с.

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОАКТИВНОГО ЛАНТАНИДНОГО КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОПРЕНА

В.З. Мингалеев, В.П. Захаров, Ю.В. Морозов, И.Ш. Насыров, Р.М. Газизуллина  
Учреждение РАН Институт органической химии УНЦ РАН,  
г. Уфа,  
ОАО «Синтез-Каучук»,  
г. Стерлитамак

Лантанидные каталитические системы проявляют высокую активность и 1,4-цис-специфичность при полимеризации диенов. Однако, в отличие от титановых каталитических систем, высокая активность и 1,4-цис-специфичность лантанидных катализаторов достигается при использовании комплексных соединений лантанида с органическим лигандом. Настоящая работа посвящена анализу активности катализатора  $NdCl_3 \times nИПС-Al(i-C_4H_9)_3$ –пиперилен (где ИПС – изопропиловый спирт) от величины n при полимеризации изопрена. Данный катализатор является наиболее перспективным с практической точки зрения для производства изопренового каучука марки СКИ-5.

Установлено, что состав комплекса  $\text{NdCl}_3 \times n\text{ИПС}$  изменяется в процессе его синтеза. Так, в первые часы синтеза с невысоким выходом образуется комплекс, где  $n=0.5-0.65$ . С увеличением времени перемешивания до 8 ч величина  $n$  принимает значения 1.5–1.8. Начальное мольное соотношение  $\text{Nd}/\text{ИПС} = 3$ . Таким образом, в процессе синтеза изопропанольного комплекса хлорида неодима происходит постепенное увеличение количества ИПС, вошедшего в координационную сферу неодима, но его содержание далеко от теоретического.

Проведение полимеризации изопрена на катализаторах  $\text{NdCl}_3 \times n\text{ИПС}-\text{Al}(\text{i-C}_4\text{H}_9)_3$ -пиперилен, сформированных на основе комплексов с различным  $n$ , показало, что с ростом  $n$  активность катализатора существенно увеличивается. При  $n=0.6$  за 1 час полимеризации выход полиизопрена составляет 50 %, а при  $n=1.7$  выход увеличивается до 73 %.

Гидродинамическое воздействие на процесс синтеза изопропанольного комплекса хлорида неодима приводит к существенному увеличению  $n$ , что очевидно связано с повышением скорости вхождения спирта в координационную сферу неодима вследствие диспергирования частиц хлорида неодима. В начале синтеза величина  $n$  составляет 1.3–1.7 и к 8 ч синтеза достигает 2.3–2.5. В результате высокоактивный лантанидный катализатор удается сформировать за более короткое время синтеза спиртового сольвата хлорида неодима. При  $n=2.5$  выход полиизопрена за 1 час полимеризации повышается до 91 %.

Таким образом, содержание изопропилового спирта в координационной сфере атома неодима в значительной степени определяет активность лантанидной каталитической системы при полимеризации изопрена. Разработан способ синтеза лантанидного катализатора на базе трубчатого турбулентного реактора, позволяющий максимально приблизить состав изопропанольного комплекса хлорида неодима к теоретическому. Это позволяет существенно повысить потенциал активности лантанидного катализатора при полимеризации изопрена.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента РФ МК-831.2011.3.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОАКТИВНЫХ ЦЕНТРОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ДИЕНОВ В ТИТАНОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

В.З. Мингалеев, В.П. Захаров, Е.М. Захарова, И.Д. Закирова  
Учреждение РАН Институт органической химии УНЦ РАН,  
г. Уфа

Микрогетерогенные титановые каталитические системы являются эффективными катализаторами стереоспецифической полимеризации бутадиена и изопрена. Полимеризация диенов в присутствии титановых катализаторов протекает с высокой скоростью, а полученные при этом

полидиены имеют, как правило, широкое ММР. Уширение ММР полидиенов в значительной степени связано с функционированием нескольких типов центров, которые различаются по своей реакционной способности. Наличие различных типов активных центров связано с неоднородностью частиц катализатора по размерам. Настоящая работа посвящена изучению вопроса о взаимосвязи размеров частиц катализатора с реакционной способностью функционирующих активных центров.

Исследование функций распределения частиц титанового катализатора  $TiCl_4-Al(i-C_4H_9)_3$ , которые были выделены методом седиментации в гравитационном поле, показало, что исследуемый катализатор представлен частицами с широким диапазоном размеров. Титановая каталитическая система содержит как крупные частицы с диаметром до 50 мкм, так и весьма мелкие частицы диаметром 20–30 нм.

Решение обратной задачи формирования ММР полибутадиена показало, что с увеличением конверсии при полимеризации бутадиена на крупных частицах катализатора число типов центров возрастает за счет появления центров, производящих высокомолекулярный полидиен. В то же время при полимеризации на более мелких фракциях катализатора последний представлен всего одним центром, который генерирует более низкомолекулярные фракции полибутадиена.

Наблюдаемая динамика изменения числа типов АЦ коррелирует с процессами диспергирования частиц катализатора под действием роста полимерных цепей. Действительно, при полимеризации бутадиена на крупных частицах (5–50 мкм) происходит более существенное снижение их размеров, чем при полимеризации на более мелких (20–50 нм).

Таким образом, можно считать, что формированию высокоактивных центров полимеризации бутадиена способствуют фракции титанового катализатора из крупных частиц, хотя процесс диспергирования под действием роста полимера приводит к тому, что эти центры полимеризации находятся на частицах более мелких, по сравнению с первоначальным размером.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента РФ МК-831.2011.3.

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ УТЕЧЕК ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ТОПЛИВНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПО ТРУБОПРОВОДАМ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

В.А. Анпилогов<sup>1</sup>, А.П. Верёвкин<sup>1</sup>, З.Р. Давлетшина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет,

<sup>2</sup>ООО «Газпром Трансгаз Уфа»,

г. Уфа,

Нефтегазовая отрасль стоит перед выбором между затратами и требованиями системы экологического менеджмента ISO 14001:2004. Для

разрешения проблемы необходимо уметь решать задачи: идентификации утечек, охраны трубопроводов (обнаружение механических воздействий), прогнозирования технического состояния оборудования при относительно низкой стоимостью используемого оборудования [6].

Решение поставленных задач вынуждает устанавливать достаточно сложные системы и средства, что приводит к снижению надежности при реализации отдельных функций и росту общих затрат.

Известны такие методы решения перечисленных задач как: метод мониторинга давления с фиксированной или скользящей уставкой; метод гидравлической локации утечки; метод сканирующих волн; метод отрицательных ударных волн; метод линейного баланса; метод сравнения расходов; метод сравнения скорости изменения расходов; дифференциально-акустический метод; метод акустической эмиссии; ультразвуковой метод; спутниковый метод (закладных УГВ датчиков) [1].

Самые дорогостоящие методы способны регистрировать достаточно малые утечки 1 % , но на магистральных трубопроводах это может составить сотни литров в час [7].

На сегодняшний день для обработки сигналов, поступающих с датчиков, устанавливаемых на трубу, широко применяют преобразования Фурье (ПФ). Метод идентификации на основе ПФ обладает хорошей локализацией по частоте (хорошо выделяет периодические составляющие сигналов), но не обладает временным разрешением, что приводит к плохой чувствительности метода к локальным неоднородностям сигналов (удары, сверления трубопроводов, утечки, изменения отборов, изменение частоты сигнала). Обусловлено это тем, что базисной функцией при разложении в ряд Фурье является гармоническая функция, которая определена на временном интервале от  $-\infty$  до  $+\infty$  [8].

Нами предлагается использовать в дополнение к Фурье–преобразованию вейвлетное преобразование тех же сигналов с последующим объединением результатов идентификации на основе идей частотной логики [2-5]. Масштабно-временная развертка, получающаяся в результате вейвлет-преобразования сигнала, позволяет выявить не только осцилляции с четко фиксированным периодом, но и нестационарные осцилляции, локализованные периодичности и прочие мельчайшие подробности сигнала (Рисунок).

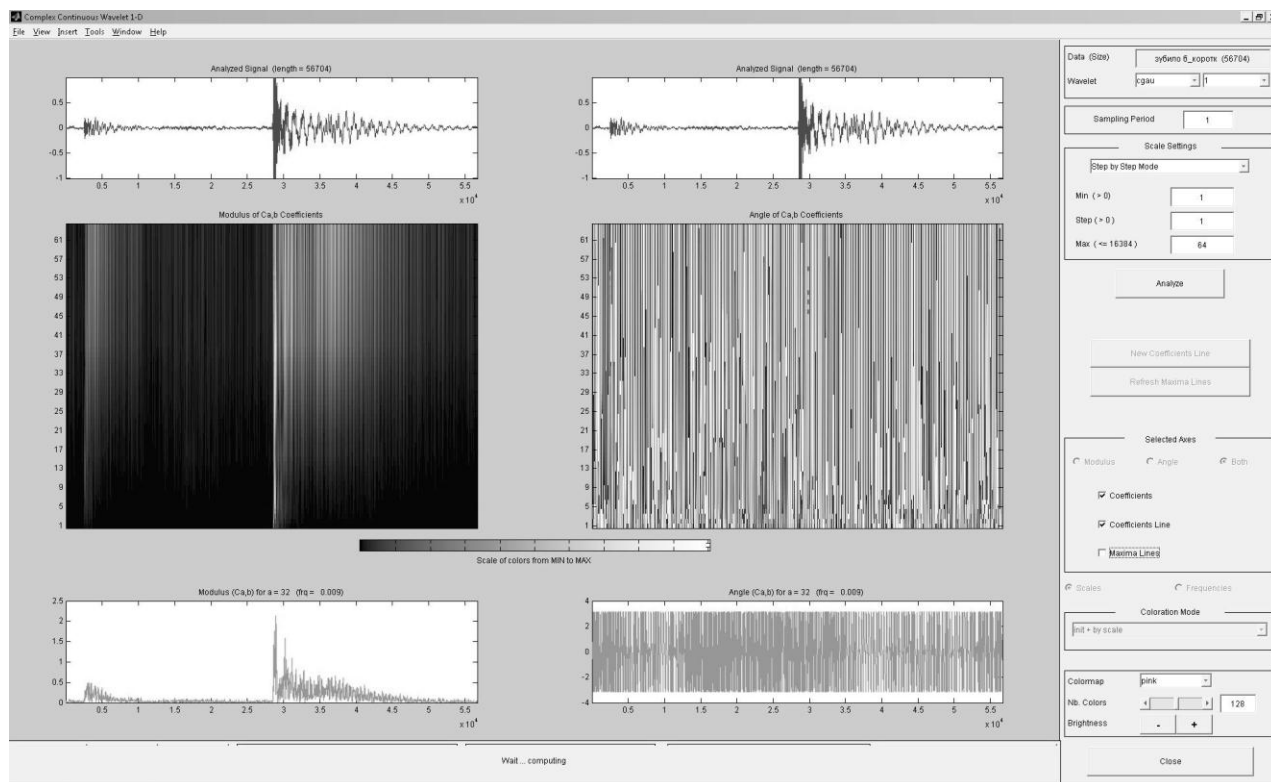


Рис. 1 Вейвлет разложение единичного удара по трубопроводу

Дисперсия коэффициентов вейвлет–преобразования пропорциональна дисперсии анализируемых данных и дает распределение энергии процесса по частотам и по времени, позволяя выделить из общего «шума» информативные события. При этом фильтрационные и реконструкционные свойства преобразования позволяют оперировать информацией (сглаживание, разложение на компоненты, свертка, сжатие данных и т.п.) без потери значимых для анализа деталей.

Разрывы непрерывности, скачки и другие особенности, возникающие из-за вариаций измеряемой характеристики и сбоев, или шума средств измерения, легко выявляются, локализуются и при необходимости могут быть устранены или скорректированы.

Для сведения человеческого фактора к минимуму и автоматизации процесса распознавания события предлагается применить нейронные сети. По результатам экспериментов обучить нейронные сети выявлять характерные диагностические признаки: кратковременные удары по трубопроводу, сверление, течи, спектральные составляющие, характерные для предаварийных состояний компрессорных станций и запорной арматуры.

Применение вейвлетов позволяет повысить результативность диагностирования неисправностей даже при использовании штатных средств АСУТП с одновременным понижением уровня ложных срабатываний.

Обучение нейронной сети и применение частотной логики требует разработки базы данных для различных аварийных ситуаций и проникиновений со стационарным и переходным режимами течения транспортируемой среды для конкретных условий эксплуатации трубопроводов.



## Список литературы

1. С.Е. Кутуков Проблема повышения чувствительности, надежности и быстродействия систем обнаружения утечек в трубопроводах. - Уфимский Государственный нефтяной технический университет.
2. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2005. - 304 с. ил.
3. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: учеб. пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. - 104 с.
4. «Wavlet Toolbox User's Guide» © COPYRIGHT 1996 - 1997 by The Math Works, Inc.
5. ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ «Вейвлеты и их использование» И.М. Дремин, О.В. Иванов, В.А. Нечитайло.
6. «Проблемы эксплуатации трубопроводов». Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному собранию в 2002 году.
7. Промышленная экология. Аварии на нефтепроводах. Немного фактов. «Общие сведения о состоянии системы трубопроводов в РФ на 2008 год» Опубликовано Vlad на Ноябрь 20, 2009.
8. «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности» Тезисы докладов 7-й Международной конференции 11–13 марта 2008 г. Москва.

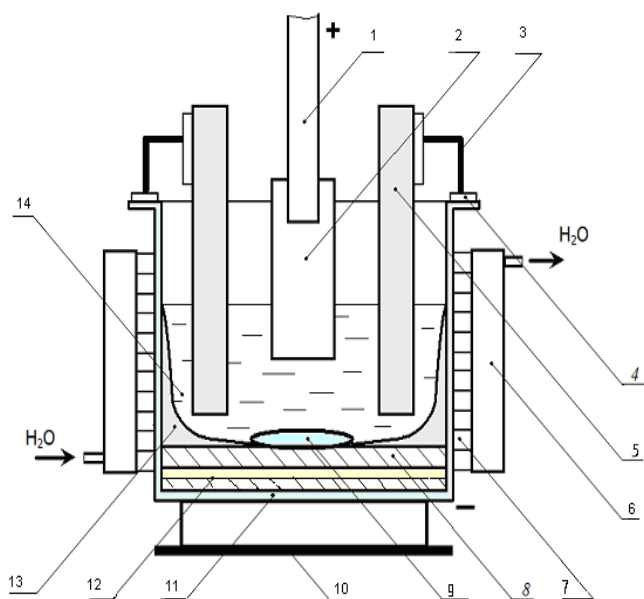
## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗЕР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ ИЗ ГЛИНОЗЕМА. УСТРОЙСТВО И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

О.В. Чемезов, В.П. Батухтин, А.С. Першин, Н.И. Шуров, Ю.П. Зайков  
ИВТЭ УрО РАН,  
г. Екатеринбург

Прогресс в электрометаллургии первичного алюминия обусловлен разработкой новых более легкоплавких электролитов и созданием коррозионностойких электродных и футеровочных конструкционных материалов.

В ИВТЭ УрО РАН создан и успешно испытан опытный гарнисажный электролизер с номинальной токовой нагрузкой до 100 А для длительных испытаний новых электролитов, электродных, конструкционных и футеровочных материалов в условиях работы, приближенных к таковым в промышленных электролизёрах для производства первичного алюминия.

В процессе ресурсных испытаний электролизера подобраны режимы запуска и формирования устойчивого слоя гарнисажа, испытаны аноды из различных конструкционных материалов, проведены исследования пропитки графитовой подины модифицированным электролитом.



- 1 – Токоподвод к аноду
- 2 – Анод из графита
- 3 – Крепление греющего электрода
- 4 – Изолятор
- 5 – Греющие электроды
- 6 – Рубашка охлаждения
- 7 – Ребра охлаждения
- 8 – Углеродная подина
- 9 – Жидкий алюминий
- 10 – Подставка электролизера
- 11 – Корпус электролизера
- 12 – Барьерная смесь
- 13 – Гарнисаж
- 14 – Электролит

Опытный гарнисажный электролизер

На первой стадии такие исследования проводятся в малых лабораторных ячейках с внешним обогревом и токовой нагрузкой до 10 А, в которых плохо моделируются как условия тепло - и массопереноса в промышленных ваннах, так и реальные условия работы электродных и футеровочных материалов. Испытания в заводских условиях дороги, энергоёмки и чаще всего не позволяют остановить процесс электролиза на требуемом этапе для контроля промежуточных стадий деструктивных процессов, происходящих в конструкционных материалах. Механизм этих деструктивных явлений во многом определяет срок службы электролизера и часто проявляется уже в первые часы после его запуска. Ясно, что без знания механизма деструктивных явлений невозможно управлять ими - с целью снизить их влияние и увеличить срок эксплуатации электролизера.

К примеру, изучение стойкости катодной подины к коррозионному износу и структурным разрушениям проводится после плановой или аварийной остановки промышленных электролизеров, проработавших 3 – 5 лет [1,2]. Такая скорость испытаний неприемлема в современных условиях, поэтому, существует необходимость в создании исследовательского электролизера до 100 А. Безусловным преимуществом конструкции данной ванны является возможность быстрого запуска и остановки аппарата для выявления кинетических особенностей процесса взаимодействия электролита и алюминия с конструкционными материалами ячейки.

### Список литературы

1. Сорлье М., Ойя Х.А. Катоды в алюминиевом электролизере. Пер. с англ. П.В.Полякова. - Красноярский гос. университет, Красноярск, 1997. – 460 с.

2. Чемезов В.А. Оборудование пироэлектрохимических производств делящихся и конструкционных материалов для РОСАТОМА. Обзор. Труды Свердловского государственного университета химического машиностроения. Серия: Оборудование для оснащения технологических производств, вып. 13 (77). - Екатеринбург, 2006. - С. 123 – 143.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАССОВЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО БАССЕЙНА**

А.С. Помоз

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный  
университет (Дальрыбвтуз),  
г. Владивосток

В связи со значительным изменением структуры рыбодобывающего флота России в сторону уменьшения мало- и среднетоннажных судов по ряду экономических причин, большая часть уловов рыбы и морепродуктов направляется на переработку на береговые предприятия. Массовыми промысловыми видами рыб на Дальнем Востоке считаются минтай, треска, тихоокеанские лососи, сайра, сельдь, камбаловые. Известно, что при переработке данных видов рыб в зависимости от сезона промысла и размерных характеристик количество вторичного сырья (отходов от разделки и прилов малоразмерных рыб) может составлять до 70 % улова. Поэтому, проблема утилизации рыбных отходов на береговых предприятиях Дальнего Востока является острой. В настоящее время рыбные отходы перерабатывают на кормовую муку [3], утилизируют на мусоросжигательных заводах [1], либо утилизируются на полигонах, что является затратным для предприятия, и вследствие этого зачастую устраиваются несанкционированные свалки. [4].

Рост стоимости на кормовую муку, прежде всего, связан с высокой энергозатратностью прессово-сушильного способа производства кормовой рыбной муки. Поэтому актуален поиск ресурсосберегающих технологий переработки вторичного рыбного сырья. Проведенные в последнее десятилетие исследования в области получения кормовых продуктов из отходов от рыбразделки и мелких рыб, показали, что применение биохимической обработки дает дополнительные возможности для использования полученных кормовых продуктов как в животноводстве, так и в аквакультуре. Ферментативный гидролиз способствует отделению мышечного белка от скелетных костей. Применение биотехнологии в производстве кормов, также как и внесение ферментных препаратов в готовые рационы, позволяет получать продукцию с улучшенной пищевой ценностью. Из ферментных препаратов на предприятиях России производятся такие как протосубтилин, протакрин, протомегатерин, целловиридин и другие.

Исследования по биохимической обработке отходов с различными физико-химическими характеристиками, в т.ч. содержанием липидов, показали

целесообразность частичного гидролиза ферментным препаратом протосубтилин ГЗХ. При этом достигается свободное отделение мягких тканей от костей в виде эмульсии. Степень гидролиза при этом в среднем не превышает 50 % по отношению небелкового азота ферментолизата к белковому, что является благоприятным фактором при производстве кормовых продуктов, поскольку небелковые формы азота в кормах плохо усваиваются в организме моногастричных сельскохозяйственных животных и птиц [2]. Кроме того, при последующем концентрировании плотных веществ ферментолизатов с большей степенью гидролиза на центрифугах снижается выход белка в осадках и происходит накопление олигопептидов, придающих продуктам горький вкус, а иногда и токсические свойства.

Концентрирование продуктов ферментолиза после отделения костей рационально проводить на горизонтально-осадительных центрифугах (супердекантаторах) непрерывного действия. При этом выход плотного белкового осадка (ферментированной кормовой пасты) составляет от 37,4 до 43,4 %. Содержание белковых веществ в пасте от 18,8 до 25,6 % и липидов от 3,0 до 5,0 % при обработке жирного сайрового и сельдевого сырья.

Большинство технологий белковых кормовых продуктов из рыбного сырья сводится к сушке полупродуктов с промежуточной влажностью или концентрированием на выпарных установках. Однако на практике не достаточно исследований хранимоспособности и применения кормовых продуктов с относительно высокой влажностью в животноводстве. Связано это с тем, что белковые продукты при высоком содержании воды являются благоприятной средой для развития микрофлоры. Для повышения их стабильности в хранении принято использовать химические консерванты. Анализ применяемых средств консервирования показал перспективность использования пиросульфита (метабисульфита) натрия, разрешенного к применению в России и странах Европы.

Для консервирования кормовых фаршей из гидробионтов применяют пиросульфит натрия в концентрациях от 1 до 3 %. При этом срок хранения при температуре окружающей среды в среднем не превышает 3,5 месяцев (ОСТ 15-110-96. Фарш кормовой. Технические условия). В наших исследованиях использовали 1, 2 и 3 %-ную концентрацию консерванта. Установлено, что при всех выбранных концентрациях кормовые пасты из тощего (минтай) и жирного (сайра) вторичного сырья стабильны в течение 5 месяцев при комнатной температуре. При этом снижается на порядок количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов с  $10^4$  до  $10^3$  в пастах из отходов сайры и с  $10^3$  до  $10^2$  КОЕ/г в пастах из отходов минтая.

Высокая антимикробная активность пиросульфита в ферментированных кормовых продуктах может обуславливать потенциальную токсичность для организма животного. Однако токсикологическая оценка кормовой продукции методом биотестирования на инфузориях *Tetrahymena pyriformis* показала не только безвредность пиросульфита натрия в его максимальной концентрации 3 % в продукте, но и повышение относительной биологической ценности по

сравнению с кормовым рыбным фаршем и ферментированными пастами без консерванта.

Сравнительные расчеты себестоимости производства ферментированных кормовых паст и кормовой муки по традиционной технологии из вторичного рыбного сырья показали преимущество биотехнологии. При этом себестоимость производства 1 т белковых веществ при биотехнологии почти в 3 раза ниже, чем при прессово-сушильной технологии кормовой рыбной муки. Нельзя не отметить, что частичный гидролиз белков способствует лучшей усвояемости компонентов кормовых продуктов, а исключение из минерализованной составляющей – костей, белки которых несбалансированны по аминокислотному составу, обеспечивают повышенную биологическую ценность ферментированных кормовых продуктов. Сумма незаменимых аминокислот в белках ферментированных паст составляет 40,8 – 41,5 г/100 г белка, среди которых преобладают ценные в кормовом отношении аминокислоты лизин (7,4-7,5), треонин (4,9-5,1), валин (4,3-4,8), а также лейцин (8,3-8,5 г/100 г белка).

Таким образом, биотехнология позволяет с меньшими финансовыми затратами утилизировать значительные объемы рыбных отходов и повысить биологическую ценность кормовых продуктов, которые могут быть конкурентоспособными на отечественном рынке.

Экспериментальные работы выполнены в Тихоокеанском научно-исследовательском рыбохозяйственном центре (ФГУП «ТИНРО-центр»).

### **Список литературы**

- 1. Захоронить, сжечь или переработать? Проблемы утилизации отходов обсудили в невском экологическом форуме. – Режим доступа: <http://www.turmalin.ru>, 2008.*
- 2. Некоторые аспекты происхождения и контроля качества рыбной муки// <http://fishmeal.su/w3.htm>.*
- 3. Сафронова Т.М., Богданов В.Д., Бойцова Т.М. и др. Технология комплексной переработки гидробионтов. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.*
- 4. Свалки рыбных отходов привлекают в Петропавловск медведей и крыс. – Режим доступа: <http://www.deita.ru>, 2006.*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЗДНО ПРИШЕДШИХ ФОТОНОВ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ НЕОДНОРОДНОСТИ**

В.Ю. Ошурков, А.Ю. Потлов, С.Г. Проскурин  
Биомедицинская техника

Тамбовский государственный технический университет,  
г. Тамбов

Оптические методы детектирования неоднородностей используют Диффузионную оптическую спектроскопию и томографию (ДОТ) [1, 2] и в отдельных случаях могут заменить рентгеновскую компьютерную томографию (КТ) и ядерный магнитный резонанс (ЯМР), а иногда использоваться как дополняющий их метод диагностики. Хотя КТ и ЯМР дают очень хорошее пространственное разрешение, они представляют собой опасные для человека виды излучения, кроме того для их применения требуется достаточно громоздкое и дорогостоящее оборудование. Рентгеновское излучение является жестким ионизирующим излучением, опасным для живого организма. Вследствие квантовой природы взаимодействия даже малые его дозы могут вызвать мутации на генетическом уровне и привести к раковым заболеваниям. В магниторезонансной томографии (МРТ) используются сильные магнитные поля, для которых есть существенные ограничения на величину магнитной индукции. Оптические методы являются безопасными и неинвазивными способами биомедицинской диагностики, дающими информацию о насыщении крови кислородом и о функциональном состоянии тканей. Аппаратура для их реализации менее громоздка и менее дорогая [3, 4].

### Материалы и методы

Импульсное излучение фемтосекундного титан-сапфирового лазера с синхронизацией мод MIRA 900-B (Coherent) через световод попадает на исследуемый объект. Накачка импульсного лазера осуществляется излучением непрерывного аргонового лазера INNOVA 307 (Coherent). В качестве фантома используется цилиндр, изготовленный из эпоксидной смолы с добавлением наночастиц оксида титана  $\text{TiO}_2$ . Концентрация частиц была подобрана таким образом, чтобы редуцированный коэффициент рассеяния был таким же, как у биологических тканей  $\mu'_s = 1 \text{ мм}^{-1}$ . Для моделирования поглощения в материал, из которого был изготовлен цилиндр, добавлялся специальный краситель с известными спектральными свойствами.

Большой динамический диапазон детектируемого сигнала создает существенные трудности для получения абсолютных величин  $R'(a, t)$  и  $\ln[R'(a, t)]$ . Поэтому ранее, как правило, измерялся нормированный на максимум сигнал, и основное внимание уделялось форме ВФРТ для линейной и логарифмической шкал интенсивности [2]. Чтобы получить все кривые диффузно прошедшего излучения  $R(a, t)$  в одном масштабе и с учетом абсолютной величины интенсивности, был предложен двухэтапный метод измерений [4]. На первом этапе детектировался интегрированный сигнал

$$T(\alpha) = \int_0^{\infty} R(\alpha, t) dt$$

На втором этапе детектировалась только форма диффузно прошедшего импульса (зависимость интенсивности от времени) без учета абсолютной величины интенсивности. Результаты при различных углах вычислялись по следующей формуле:

$$R(\alpha, t) = \frac{T(\alpha)}{\int_0^{\infty} R(\alpha, t) dt} R'(\alpha, t)$$

### Результаты и обсуждение

На Рис. 1 показаны экспериментальные зависимости ВФРТ при однородном и неоднородном случаях. В неоднородном случае все кривые  $\ln[R(a, t)]$  сходятся в одну линию. Виртуальный изотропный источник (ВИИ) пакета фотонов движется от поверхности объекта к его центру. После определённого времени, 2,5-3 нс, можно считать, что ВИИ находится в центре объекта. Это означает, что регистрация поздно пришедших фотонов эквивалентна ситуации, когда источник излучения помещен в центр объекта.

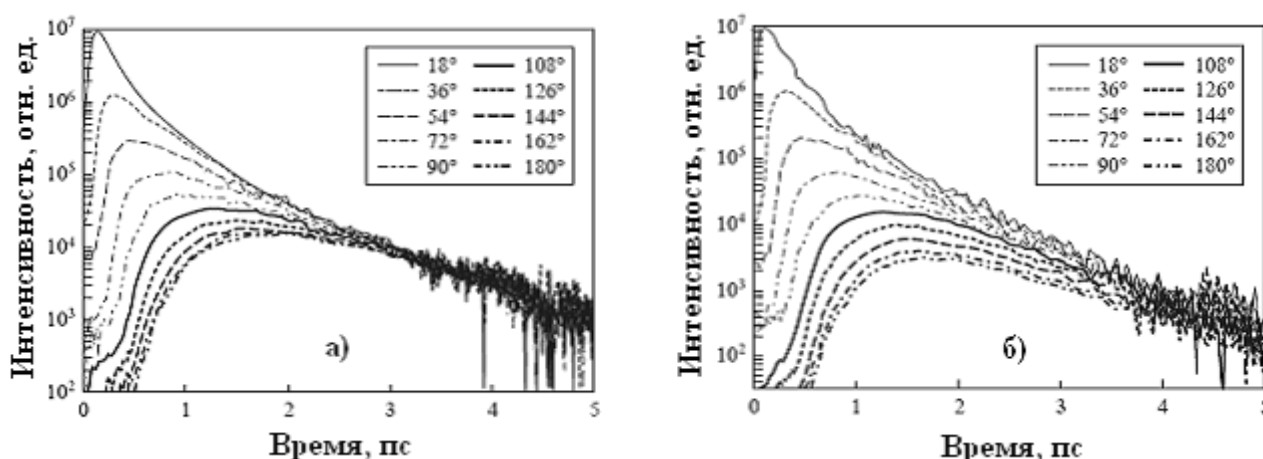


Рис. 1. Экспериментально полученные интенсивности импульсного ИК излучения, диффузно прошедшего  
а) через однородный цилиндр, б) через неоднородный цилиндр и зарегистрированного на разных углах

Диффузионное приближение движущегося ВИИ дает возможность решать задачу ДОТ в два этапа: 1) непосредственное детектирование неоднородности без решения обратной задачи, 2) восстановление карты распределения неоднородностей – собственно томография.

Если все кривые разместить на трехмерном рисунке то, в однородном случае получится плоскость, а в неоднородном – плоскости с провалами на тех углах, поблизости от которых находится неоднородность. Такое трехмерное представление для большинства несимметричных случаев позволяет непосредственно, без решения обратной задачи определить наличие или отсутствие неоднородности в режиме реального времени.

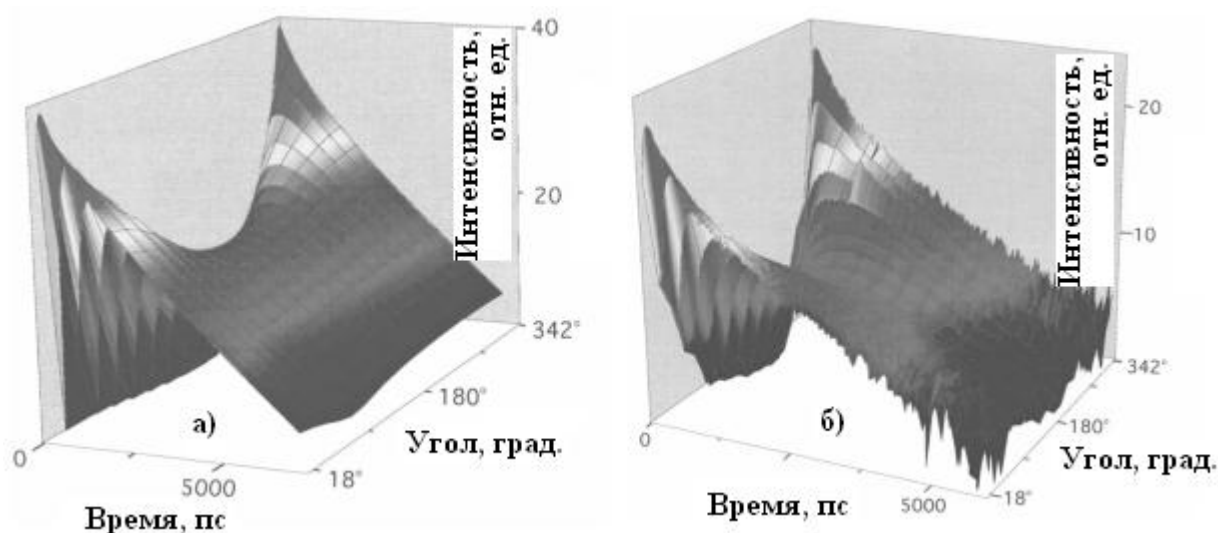


Рис. 2. Трехмерное представление временных зависимостей ВФРТ для неоднородных случаев, а) результаты численного моделирования, б) экспериментальные результаты

### Заключение

Экспериментально и при помощи численного моделирования было показано [4], что виртуальный изотропный источник оптического излучения движется от поверхности к центру объекта. Через некоторое время он находится в центре объекта. Таким образом, регистрация поздно пришедших фотонов (ППФ) эквивалентна ситуации, когда световод источника помещён в центр объекта. Диффузионное приближение с движущимся источником даёт возможность подойти к решению задачи оптической томографии с разделением её на два этапа. Первый этап – это детектирование неоднородности, второй этап – собственно томография. Дальнейшая работа будет сконцентрирована на достижении количественного соответствия результатов эксперимента и численного моделирования.

### Список литературы

1. Patterson M.S., Chance B., Wilson B.C., *Time resolved reflectance and transmittance for the noninvasive measurement of tissue optical properties* / *Applied Optics*, 28, p. 2331-2336, 1989.
2. Firbank M., Hiraoka M., Delpy D.T., *Development of a stable and reproducible tissue equivalent phantom for use in infrared spectroscopy and imaging* / *Proceedings of SPIE*, 1888, p. 264-270, 1993.
3. Чурсин Д.А., Шувалов В.В., Шутков И.В., *Оптический томограф со счетом фотонов проекционное восстановление параметров поглощающих 'фантомов' в протяженных рассеивающих средах* / *Квантовая электроника*, 29, с. 83-88, 1999.
4. Проскурин С.Г., *Использование поздно пришедших фотонов для диффузионной оптической томографии биологических объектов* / *Квантовая электроника*, 41, с. 402-406, 2011.



## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт международной академии наук по экологии,  
безопасности человека и природы,

г. Тула

Производительность предлагаемого комплекса может быть рассчитана в зависимости от функциональной необходимости на объекте потребителя от 1 до 6000 м<sup>3</sup>/час, загрязненность исходного стока может составлять до 250 г/л.

Принципиально технологическая схема очистки нефтесодержащих сточных вод нефтебаз показано на рис. 1. На схеме условно обозначено: 1 – ёмкость - накопитель нефтесодержащих сточных вод; 2 - отстойник нефтесодержащих сточных вод; 3 - электрофлотатор; 4 - фильтр; 5 - шламосборник; 6 - нефтесборник; 7 - отстойник шлама; 8 - центробежный сепаратор; 9 - поддон; 10 - ёмкость очищенной воды.

Технология очистки нефтесодержащих сточных вод нефтебазы осуществляется следующим образом.

Загрязненный нефтепродуктами сток поступает от источника загрязнения в ёмкость накопитель нефтесодержащих стоков 1. Из ёмкости накопителя нефтесодержащий сток подают на отстаивание в отстойник 2. Отстоявшиеся в отстойнике 2 нефтепродукты поступают в нефтесборник 6. Отстоянную воду подают на электрофлотацию в электрофлотатор 3. В электрофлотаторе 3 под действием постоянного электрического тока нефтепродукты выделяют пузырьками электрогенерируемых газов в нефтесборник 6, а профильтрованную (прошедшую электрофлотатор) воду подают на фильтрование в фильтр 4. Профильтрованная сквозь фильтр вода поступает в ёмкость очищенной воды 10, а выделенный на фильтре шлам выводят в шламосборник 5. Собранный в шламосборник шлам направляют на отстаивание в отстойник шлама 7. Отстоявшуюся в отстойнике 7 воду выводят в ёмкость - накопитель 1, а отстоянный шлам выводят на сепарацию в центробежный сепаратор 8. Отсепарированную в сепараторе воду выводят в ёмкость 1, а обезвоженный шлам выгружают в поддоны 9.

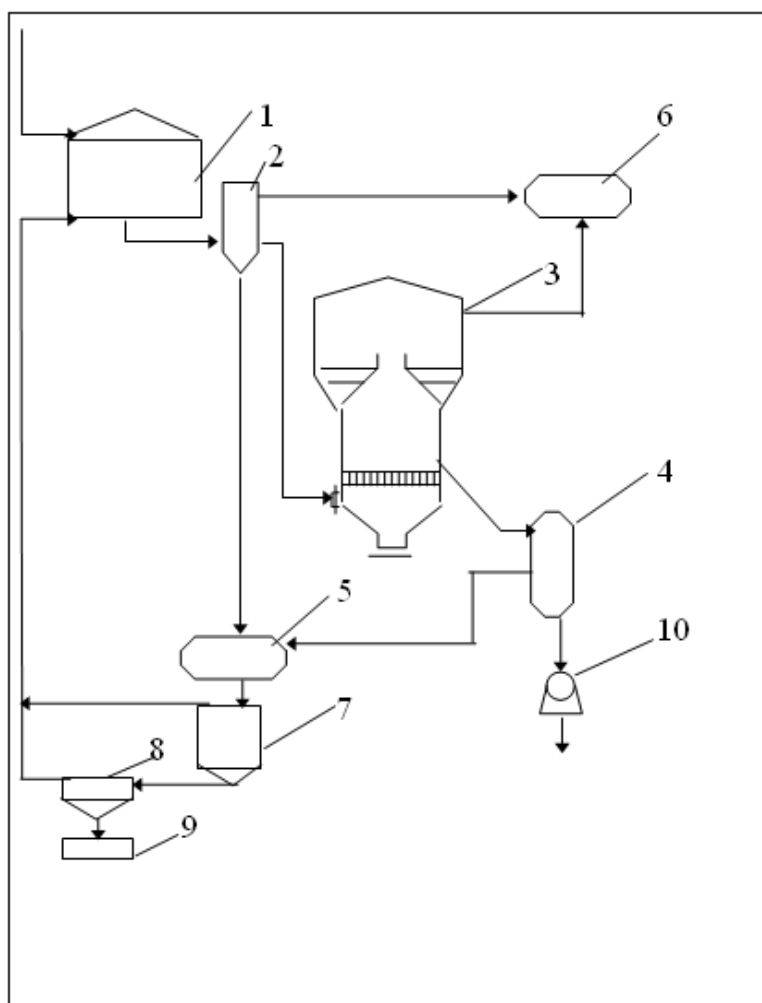


Рис. 1 Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод нефтебазы

В условиях конструкции колонного электрофлотатора определены оптимальные конструктивные и технологические параметры процесса электрофлотации. На нижних электродах электрофлотатора под действием постоянного электрического тока происходит электрохимическая генерация (электрогенерация) флотационных газов, осуществляющих последующую электрофлотацию нефти из воды. Отличительная особенность предложенного технического решения состоит в том, что в присутствии нитрита аммония, разрушающего кристаллоподобные структуры, генерацию газов проводят в режиме "мягкого" электролиза ( $200 \text{ A/m}^2$ ). В надэлектродном пространстве происходит интенсивное перемешивание нефтеводяной эмульсии электролизными газами. Под действием газов происходит коагуляция глобул нефти и их агломерация. Образовавшийся пенный слой отделяется от воды под действием вторичного газонасыщения в верхнем корпусе и поступает в пеносорбный карман и оттуда - в пеносорбник. Прошедшую электрофлотацию воду подают на фильтрование в фильтр. Профильтрованная сквозь фильтр вода поступает в ёмкость очищенной воды 10, а выделенный на фильтре шлам выводят в отстойник шлама.

Выделенный при отстаивании нефтепродукт выводят в нефтесборник, а отстоявшуюся воду подают в ёмкость - накопитель нефтесодержащих стоков.

Отстоявшийся в отстойнике 7 шлам подают на сепаратор. Отсепарированную в сепараторе 8 воду возвращают в ёмкость - накопитель нефтесодержащих стоков.

Загрязнения в этих стоках оценивают по трём основным показателям: содержание взвешенных веществ; концентрация нефтепродуктов; БПК (биологическое потребление кислорода).

Исходя из описанной схемы, необходимо отметить, что предложен экологически чистый цикл работы нефтебазы. Полученная в ёмкости 10 очищенная вода может быть использована для удовлетворения внутренних потребностей нефтебазы: для заполнения пожарных резервуаров; для мойки площадок и автодорог; для охлаждения резервуаров и насосов в случае необходимости.

Вторичных стоков предложенная технология не образует. В случае необходимости сток может быть сдренирован в открытый водоём, так как его состав соответствует требованиям на сброс в открытые водоёмы.

Полученный в поддонах 9 обезвоженный шлам может быть использован в качестве наполнителя асфальта (от 5 до 12 %). Шлам из поддонов подлежит перегрузке в контейнер и отправке на асфальтовый или асфальтобетонный завод автотранспортом или по железной дороге.

Предложенная технология представляет собой экологически безопасное производство с замкнутым циклом, в котором все полученные отходы подлежат технологическому использованию. Нефтеводяную эмульсию из нефтесборника 7 сжигают на котельной объекта.

## **ПЕРЕРАБОТКА СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИХ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВ**

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт международной академии наук по экологии и безопасности  
человека и природы,  
г. Тула

Классическим примером сильнодействующего ядовитого вещества являются цианиды. Цианистый калий был известен алхимикам в средние века. В современном мире цианистые электролиты применяются в гальваническом производстве, в производстве печатных плат, в ювелирном деле. Применяемые соединения попадают в отходы тяжелого и транспортного машиностроения, ракетостроения, приборостроительной и электронной промышленности, аэрокосмических и авиационных предприятий, на отдельных заводах цветной металлургии, в оборонных и ювелирных производствах.

Экологически безопасного, безотходного производства по переработке цианидов в экологически безопасные продукты в стране нет. Мы проектируем такое производство на базе ООО «Тульский край». Производство безотходное и

экологически чистое. Вторичных отходов и каких-либо газов или дымов оно не выделяет. Процессов сжигания нет. Применяется растворение цианосодержащего шлама в кислотах и последующий электролиз под действием постоянного низковольтного электрического тока.

Подобная технология в различных конструктивных вариантах может перерабатывать любые вещества, так что ООО «Тульский край» сможет, в принципе принимать и перерабатывать любые отходы. При этом необходимо отметить, что переработке не должен подвергаться бытовой мусор, для переработки бытового мусора есть «Спецавтохозяйство», а что делать со строительным мусором, строители и так знают.

Однако, вывести с завода гальваношлам, не значит решить экологическую проблему гальванического производства или производства печатных плат. Для решения экологической проблемы оборонного или машиностроительного завода необходимо создать оборотный цикл гальванического производства и очистке старых заглубленных отстойников. Такие услуги оказывает ООО «Тульский край». У заводов нет специализированных бригад для работы в замкнутом пространстве заглубленных отстойников, заполненных веществами первого класса опасности. Такая бригада со специализированными средствами защиты только у нас.

Однако такой отстойник нельзя чистить до тех пор, пока в него льется вода. Остановить производство даже на короткий период очистки отстойника обычно, нет возможности.

Оборотный цикл необходим предприятиям, имеющим гальваническое производство, по следующим причинам:

- по сравнению с проточной схемой водопотребление уменьшается на 92 – 96%, что позволяет значительно уменьшить плату, за использование свежей воды, и сброс стоков;
- прекращается потребление питьевой воды на технические цели, что очень важно для заводов, расположенных в больших городах;
- повышается надежность эксплуатации гальванического производства в случае прекращения внешнего водоснабжения или переполнения резервуаров на очистных сооружениях в результате интенсивного сброса промывной воды, так как обеспечивается сброс сточных вод с концентрацией загрязнителей, соответствующих ПДК, что избавляет предприятие от необходимости уплаты штрафных санкций.

В технологии гальванических производств наибольшую опасность представляют периодические сбросы в сточные воды рабочих растворов гальванических ванн.

Предложенная технология позволяет перерабатывать рабочие растворы. Для переработки рабочих растворов в экологически безопасные продукты в предлагаемом комплексе оборудования предусмотрен регенератор металла с автономным источником электроснабжения.

Источником непрерывных сбросов сточных вод являются ванны горячей и холодной промывки.

В сточных водах ванн промывки содержатся все компоненты рабочих растворов, вносимые в ванны промывки на поверхностях обработанных деталей.

Концентрация суммы загрязнений, содержащихся в растворённом состоянии, обычно колеблется в пределах 50-100 мг/л, но при этом сточные воды содержат большое количество мелкодиспергированных нефтепродуктов (до 4000 мг/л) и значительное количество твёрдых взвешенных веществ (до 600 мг/л), в основном окалины, глины, песка и др.

Промывные воды гальванических цехов и участков содержат масло, попадающее в ванны промывки с обрабатываемых деталей, продукты частичного растворения катодных материалов, продукты осыпания анодов и взвешенные вещества.

Для того, чтобы сточную воду можно было бы вернуть на промывку деталей, её состав должен отвечать следующим требованиям гальванических производств, приведенном в таблице.

Таблица 1

## Требования к составу промывочных вод гальванических производств

№ п/п	Компонент стоков	концентрация, мг/л (не более)
1	2	3
1	сухой остаток	300,00
2	железо общее	1,00
3	сульфаты	200,00
4	хлориды	200,00
5	аммиак	40,00
6	нитраты, нитриты	1,50
7	хром общий	0,05
8	соли жёсткости	5,40 мг-экв/л

Технология очистки сточных вод гальванических цехов и участков, предлагаемая в настоящей работе, основана на электрохимическом разделении эмульсий и суспензий, содержащихся в обрабатываемых сточных водах, а также электроокислении или электровосстановлении тех или иных компонентов сточных вод. В технологической линии по предлагаемому методу предусмотрены также отстойники, фильтры, промежуточные ёмкости и адсорберы, однако их применение в рассматриваемой технологической схеме носит вспомогательный характер.

Технологическая схема, состоит из следующих элементов:

- сборник - усреднитель исходного стока;
- насос подачи стока в установку очистки;
- электрофлотатор;
- пеносборник;
- фильтр первой стадии фильтрования;
- электрокоагулятор;

- фильтр второй стадии фильтрования
- шламосборник;
- центрифуга
- регенератор металла;
- емкость очищенной воды;
- насос подачи воды в ванны промывки.

Технологическая схема работает следующим образом.

В технологический сборник-усреднитель исходного стока, подлежащего последующей обработке, по линии ввода поступает промывная вода из ванн промывки гальванического участка или цеха.

Из сборника-усреднителя, частично выполняющего функции отстойника крупного шлама, центробежным насосом подлежащая очистке вода подаётся в электрофлотатор.

В электрофлотаторе происходит разделение коллоидно-дисперсной системы, созданной в сточной воде различными загрязнителями, на очищенную воду, выводимую на переработку в последующую линию технологических аппаратов и шлам средней крупности, периодически выводимый в шламосборник.

Обрабатываемый сток подаётся в фильтр первой стадии фильтрования, а пенный продукт, подаётся в пеносорборник.

Вода подаётся на фильтр первой стадии фильтрования, содержащий объёмно-пористые титановые фильтрующие элементы.

После фильтрации вода, не содержащая взвешенных минеральных и органических веществ, поступает в электрокоагулятор, в котором под действием постоянного электрического тока происходит разряд ионов тяжёлых металлов, которые содержатся в обрабатываемой воде.

В результате ряда электрохимических реакций имеющиеся в обрабатываемой воде ионы тяжёлых металлов переходят в нерастворимые соединения, оксиды и гидроксиды.

Неорганические ионы сульфаты, карбонаты, гидроксиды, нитраты выделяются на сорбенте, загруженном вовнутрь фильтрующего элемента. Фильтр периодически промывают обратным потоком воды.

Выделенный в линии обработки сточной воды из фильтров шлам подают в шламосборник

Регенератор металла предназначен для обработки периодически сбрасываемых рабочих растворов.

Технологический процесс, проходящий в описанной схеме, характеризуется рядом стадий, на которых происходит выделение тех или иных компонентов, содержащихся в стоке.

Электрофлотаторы, как и электрокоагуляторы в различное время создавались для различных производств. Такие устройства создавались для Стахановского вагонзавода, Минского завода «Интеграл», Харьковского завода «Серп и молот».

Комплекс оборудования размещен в стандартном морфлотовском контейнере. На внешней стороне контейнера размещены: электротехнический

ввод, штуцер ввода загрязненной жидкости, штуцер вывода очищенной воды, штуцер выгрузки гальваношлама и вывод вентиляционного выброса. Комплекс работает в автоматическом режиме. На конкретном объекте комплекс подключается по внешним коммуникациям и функционирует автономно. Выгрузка шлама в герметичный контейнер 1 раз в три месяца. Капитальный ремонт проводится организацией-поставщиком 1 раз в год.

Послепродажное обслуживание производится по договору силами организации -поставщика. В комплект поставки комплекса входят:

- стандартный 20-футовый контейнер;
- электрофлотатор;
- электрокоагулятор;
- емкость пластмассовая, объемом 1 м<sup>3</sup> - 2 шт.;
- емкость пластмассовая, объемом 300 л – 1 шт.;
- емкость пластмассовая, объемом 600 л – 1 шт.;
- насосы, производительностью 5 м<sup>3</sup>/час;
- фильтры 2 шт.;
- выпрямительные агрегаты 4 кВт, 4 шт.;
- выпрямительный агрегат 12 кВт, 1 шт.;
- регенератор металла;
- пульт управления;
- счетчик электроэнергии;
- лампы освещения;
- лестница для монтажа;
- водомер;
- иономер И – 160;
- автоматические клапана 26 шт.;
- вторичный прибор регулирования;
- центрифуга;
- контейнер для транспортировки гальваношлама – 2 шт.;
- шкаф ввода;
- розетка 380 В;
- электронагреватель;
- вентилятор;
- розетка 220 В.

Теперь о финансировании работ. Сколько бы я здесь не рассказывал о том, насколько нужны работы по обеспечению экологической безопасности предприятий, когда на проведение подобного рода работ нет денег, то никакие работы проведены быть не могут. Так вот, есть приказ по Минэкономразвитию, позволяющий при поддержке областной администрации финансировать подобного рода комплексы работ. При этом требуется единственное – активное желание руководства завода решить проблему.

### Список литературы

1. Бейгельдруд Г.М. *Оборотный бессточный цикл гальванического производства. Метроном, 1994, № 1 - 2, с. 35 – 36.*

2. Бейгельдруд Г.М. *Оборотный бессточный цикл гальванического производства. Науч. тех. реф. сб. Охрана окружающей среды, вопросы экологии и контроль качества продукции, 1995, вып. 2, с. 19 – 22.*
3. Бейгельдруд Г.М. *Оборотный бессточный цикл гальванического производства. Тяжелое машиностроение 1995, № 6, с. 31 - 32.*
4. Бейгельдруд Г.М. *Оборотный цикл гальванического производства машиностроительных, оборонных и ремонтных заводов. Тула, ООО «Новая», 2009 – 32 с.*
5. Бейгельдруд Г.М. *Очистка сточных вод Минского завода вычислительной техники. Техника. Технология. Управление. 1996, № 1 – 2.*
6. Бейгельдруд Г.М. *Получение никеля из осадков станций нейтрализации. Тула, НПО «Экокультура», 2007 – 32 с.*
7. Бейгельдруд Г.М. *Технологическая линия очистки сточных вод гальванических производств. НПО «Экокультура», Тула, 2006 – 40 с.*
8. Бейгельдруд Г.М. *Технология электрохимического удаления химических ядов из воды. ООО «Тульский край», 2009 – 31 с.*
9. Бейгельдруд Г.М., Макаренко С.Н. *Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с созданием оборотного цикла гальванического производства. М., 1999 – 24 с.*
10. Бейгельдруд Г.М., Макаренко С.Н. *Технология очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. М., ЦИОБ, 1999 – 38 с.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

П.Н. Берёзко, А.В. Буданцев, А.С. Бушанский  
Российский государственный университет инновационных технологий  
и предпринимательства,  
г. Москва

Процессы испытания и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники (РКТ) характеризуются высокой сложностью, большим числом технологических операций, необходимостью привлечения квалификационного оперативного персонала, а также его подготовки. Сложность современных объектов авиационной и ракетно-космической техники и технологического оборудования их подготовки и обслуживания возросла до такого уровня, при котором упущения в процедурах технического обслуживания могут оказаться предпосылкой к возникновению нештатных или даже аварийных ситуаций, приводящих к выводу из строя дорогостоящей техники и оборудования. В связи с этим усиливается необходимость информационного сопровождения процессов испытаний и эксплуатации, контроля качества и своевременности выполнения технологических операций [1, 2]. Процесс обучения специалистов, задействованных в выполнении



операции в настоящее время сложно представить без использования компьютерных учебников, тренажеров, тестирующих и контролирующих систем. Использование информационных технологий в образовательном процессе:

- создает условия для самостоятельной проработки учебного материала;
- дает возможность работы с моделями изучаемых объектов и процессов;
- помогает в представлении и взаимодействии с виртуальными трехмерными образами изучаемых объектов;
- создает условия для более эффективной реализации прогрессивных методик обучения – игровые и состязательные формы обучения, погружение в виртуальную реальность;
- позволяет проводить обучение в удалённом режиме;
- дает возможность уменьшить потребность в учебно-методических пособиях на бумажных носителях.

Помимо использования привычных средств мультимедиа (изображения, видео, flash-схемы), появление и развитие технологий представления трехмерных моделей в сети Интернет дает возможность повысить эффективность сетевых учебных средств за счет использования объемных моделей объектов. Такие модели могут быть интерактивными.

Под интерактивной моделью подразумевается изображение объекта, которое визуализируется на экране дисплея с целью наглядной демонстрации какого-либо явления или процесса, а также с целью управления этим процессом. Такие модели применяются в составе виртуальных тренажерных комплексов. Важной областью их применения должна стать подготовка специализированных кадров для авиационной и ракетно-космической промышленности в связи с повышенной ответственностью технологических операций и технической сложностью применяемого в этих областях оборудования [3].

Применение трехмерных интерактивных моделей в учебном процессе позволит:

- наглядно и во всех деталях представить изучаемые объекты;
- подробно ознакомиться с функционированием элементов различных систем;
- взаимодействовать с моделями (в т.ч. программно) и использовать эту возможность при проверке знаний;
- уменьшить время обучения при сохранении его качества;
- снизить затраты на подготовку обучаемых вследствие проведения занятий не на реальных объектах (без риска вывода оборудования из строя).

Основное преимущество использования компьютерных моделей заключается в наглядной демонстрации сложных процессов и отработке технологических операций на виртуальной модели, а не на реальном объекте, что позволяет значительно сократить риск повреждения дорогостоящего оборудования и техники.

Интерактивные 3D-модели, как часть процесса электронного обучения, также должны использоваться для сетевой работы.

Виртуальный тренажерный комплекс представляет собой компьютерную программу, реализующую трехмерную модель уникального или типового оборудования. Сочетание объемной визуализации объектов и звука позволяет обучаемому глубоко погрузиться в виртуальную обстановку, максимально приближенную к реальным условиям работы.

К основным достоинствам виртуального тренажерного комплекса можно отнести:

- высокую степень конструктивной и функциональной схожести реального оборудования и реального тренажера;
- возможность отработки необходимых действий в штатных и аварийных ситуациях;
- отсутствие или малая продолжительность адаптивного периода при переходе от тренажера к реальному объекту;
- высокую эффективность обучения при относительно малой его продолжительности;
- сравнительно невысокую стоимость виртуального тренажера;
- возможность группового и дистанционного обучения.

Процесс создания интерактивной модели можно разбить на два основных этапа [4]:

- создание трехмерной не интерактивной модели в приложении, имеющем средства трехмерного моделирования;
- импорт полученной модели в приложение, предназначенное для придания модели интерактивности.

На основе опыта авторов в области разработки виртуальных тренажеров для подготовки специализированных инженерных кадров были сформулированы требования к программным средствам создания трехмерных геометрических моделей и придания им интерактивности.

Технология интерактивных трёхмерных моделей, разработанная компанией ParallelGraphics, позволяет создавать компьютерные модели, применяемые в виртуальных тренажерах для изучения и отработки навыков по эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники и предоставлять доступ к этим моделям через сеть Intranet или Internet.

Компьютерные тренажеры предназначены для решения следующих основных задач:

- обеспечение пользователя справочным материалом об устройстве и принципах работы изделия;
- обучение пользователя правилам эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия;
- обеспечение пользователя информацией о технологии выполнения операций с изделием, потребности в необходимых инструментах и материалах, о количестве и квалификации персонала;

– возможность генерации событий (в том числе нештатных ситуаций), возможность их обработки и анимированной демонстрации процесса выполнения операций в соответствии с технологическим процессом.

Разрабатывать интерактивные модели возможно с помощью программного средства Internet Scene Assembler (ISA) от компании ParallelGraphics [5].

Процесс создания интерактивных трёхмерных моделей предлагается составить из четырех основных шагов (рисунок 1):

- экспорт трехмерной модели из системы автоматизированного проектирования (Autodesk 3ds Max) в формат VRML;
- оптимизация VRML-модели с помощью инструментального средства Internet Model Optimizer (IMO);
- создание интерактивной трехмерной модели (разработка анимации и определение логики работы модели) в редакторе ISA;
- подготовка модели для публикации в Internet.

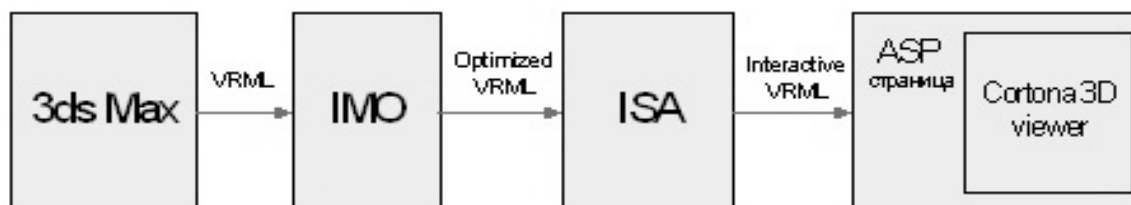


Рис. 1. Процесс создания интерактивных трёхмерных моделей

Разработка анимации и определение логики работы модели в редакторе ISA включает следующие возможности, способствующие созданию эффективных функциональных моделей:

- сборка трехмерных сцен из статических и анимированных объектов;
- анимация объектов;
- создание настраиваемой галереи трехмерных объектов многократного использования (это позволяет применять модульный подход в создании трехмерных сцен);
- установление связей между событиями, чтобы создать поведение сложных объектов;
- добавление взаимодействия между пользователями и сценой;
- создание экскурсии по 3D-сцене;
- модульный подход в создании 3D-сцены.

ISA предлагает пользователю визуальное сопровождение всех операций с объектами, которые четко отображаются в специализированных окнах:

- 3D/2D виды объектов и сцен (Перспективный вид и план окон);
- параметры анимации для объектов (окно Animator);
- схему связей между явлениями (окно маршрутизации диаграммы, Routing Diagram);
- свойства объектов и событий (Свойства/События окна);

– иерархия объектов (в окне дерева сцены, Scene Tree).

ISA позволяет импортировать и экспортировать сцены и объектов в формате VRML97.

Графический интерфейс ISA в процессе разработки интерактивной трехмерной модели обтекателя РН для выполнения ряда технологических операций, представлен на рисунке 2.

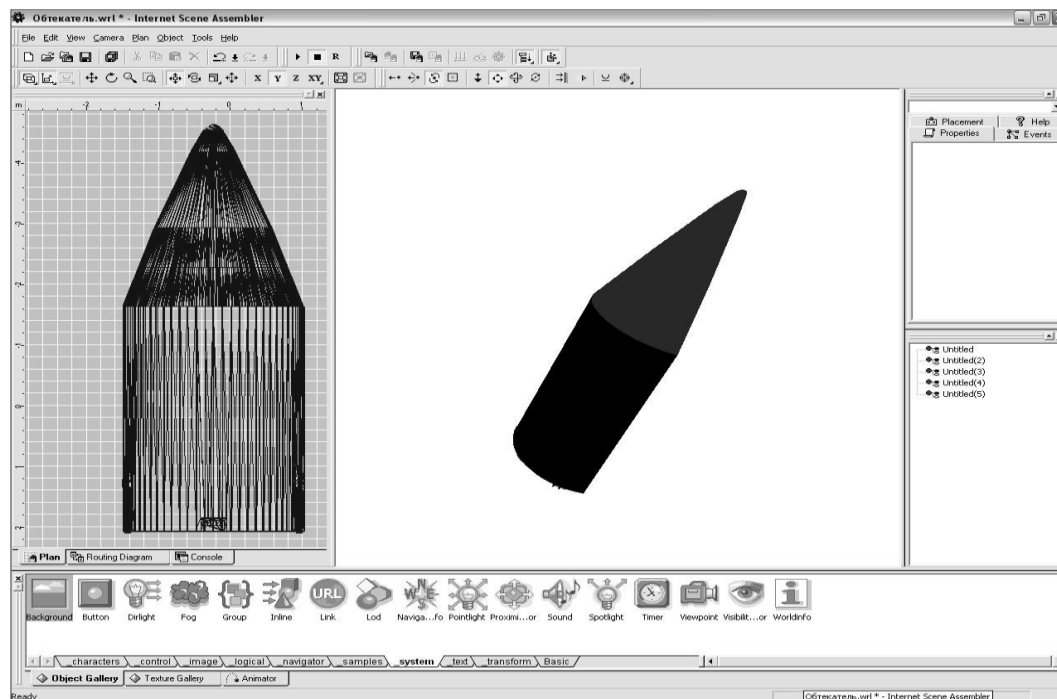


Рис. 2. Обтекатель РН в ISA

Экспериментальные образцы интерактивных трёхмерных моделей авиационной и ракетно-космической техники и технологии для учебных программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов были созданы специалистами Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства.

### Список литературы

1. Ахматов И.И., Завалишин И.В. Методика применения автоматизированной человеко-машинной системы в процессе подготовки ракеты космического назначения к пуску // *Актуальные вопросы современной техники и технологии: Сборник докладов II-й Международной научной заочной конференции (Липецк, 2 октября 2010 г.)* – Липецк: Издательский центр «Де-факто», 2010.– С. 14-15.

2. Ахматов И.И., Мусабаев Т.А., Милюков И.А. Имитационное моделирование процесса подготовки ракеты космического назначения к старту.- *Материалы международной конференции "Человек – Земля – Космос", посвященной 50-летию со дня полета в космос Ю.А. Гагарина.* – Калуга: ООО "Ваш домЪ", 2011. с. 11-12.

3. Ахматов И.И. Моделирование процесса подготовки ракеты космического назначения к пуску // *Общероссийский научно-технический журнал «Полет»*. - 2010. - №12. - С. 11-19.

4. *ParallelGraphics Internet scene assembler 2.0 User's guide*.

5. Берёзко П.Н., Бушанский А.С., Завалишин И.В., Милюков И.А. Разработка интерактивных трехмерных моделей для виртуальных тренажерных комплексов // *Сборник материалов 16-й международной научной конференции «Системный анализ, управление и навигация»*. Крым, Евпатория 03 июля – 10 июля 2011 года.

## ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ СИДЕРИТОВ

А.С. Вусихис, Д.З. Кудинов, А.В. Суворов, Л.И. Леонтьев, О.Ю. Шешуков  
Институт металлургии УРО РАН,  
г. Екатеринбург

В настоящее время на Урале ощущается острый дефицит передельного железорудного сырья. В то же время, в Челябинской области расположено крупнейшее в мире месторождение карбонатных железных руд (сидеритов) – Бакальское, запасы которого оцениваются 1 млрд.т. Горно-геологические условия Бакала позволяют добывать до 25 млн.т. руды в год, реальная добыча - во много раз меньше.

Эти руды не нашли широкого применения в черной металлургии, что объясняется: сравнительно низким содержанием в них железа (28-33 %), повышенным (8-14 %) содержанием оксида магния. Единственный реализованный метод переработки сидеритов, как в нашей стране, так и за рубежом - доменная плавка. При этом сидериты могут использоваться только в качестве добавки, величина которой зависит от содержания оксида магния в основной шихте. Обогащение сидеритов обычными способами не обеспечивает получение концентрата с высокими потребительскими качествами (высокое содержание железа, низкое содержание пустой породы и т.п.). Это снизило интерес металлургов к сидеритам и ограничило их потребление.

Разработка схемы переработки сидеритов, которая позволит расширить объем их использования за счет получения новых материалов, применяемых в различных металлургических процессах, весьма актуальна и имеет не только экономическое, но и социальное значение.

Возможной схемой получения металлизированного концентрата из сидеритов может быть технология восстановления руды в шахтной печи газом, твердым восстановителем в трубчатой печи или рудоугольных окатышей на колосниковой решетке при высоких температурах [1].

С помощью балансовой логико-статистической модели, разработанной в ИМЕТ УРО РАН, был проведен анализ доменной плавки при использовании сидеритов различной степени металлизации. Показано, что, при использовании кускового металлизированного сидеритового концентрата без удаления пустой

породы, максимальное количество сидеритов в доменной плавке будет определяться, так же как и при использовании сырого и обожженного сидерита, количеством содержащегося в них оксида магния. То есть, доменная плавка на металлизированной моношихте также невозможна. Увеличение степени металлизации сидеритов снижает расход кокса, но не настолько, чтобы говорить о большой выгоде. Использование высокометаллизированного сидерита, пустая порода которого удаляется дополнительным обогащением, в качестве шихты доменной плавки гораздо менее эффективно, чем в сталеплавильных процессах как замена лома.

Создание новых материалов, а именно высокометаллизированного концентрата, позволяющих эффективно использовать вышеупомянутое минеральное сырье в тех металлургических процессах, где оно ранее не применялось (сталеплавильное производство), позволит значительно расширить область его использования.

В связи с этим был проведен предварительный анализ эффективности различных способов металлизации применительно к пирометаллургическому обогащению сидеритов [1-5].

В результате проведенных исследований [6-9] обнаружено, что, при одинаковой степени металлизации концентрата, восстановленного различными способами, для дальнейшего обогащения путем измельчения и магнитной сепарации сидериты газового восстановления менее пригодны, чем восстановленные твердым восстановителем, как в виде кусков, так и в виде рудоугольных окатышей, поскольку обладают гораздо менее крупными зернами металлического железа. Поэтому изучению процессов восстановления кусковой руды и рудоугольных окатышей твердым восстановителем было уделено особое внимание.

Моделирование данных процессов в лабораторных условиях выявило, что металлизация сырых и обожженных сидеритов имеет свои особенности. Восстановительный обжиг сырого сидерита осуществляется в две стадии: на 1-й стадии - происходит разложение карбонатов на оксиды металлов и диоксид углерода; на 2-й - восстановление железа до металла.

Анализ экспериментальных данных указывает на заметную зависимость скорости восстановления от размеров кусков, что свидетельствует о наличии диффузионного сопротивления. Тот факт, что восстановление кусков руды водородом, при прочих равных условиях, идет быстрее, чем при восстановлении газом  $\{CO\}$  (коэффициент диффузии водорода выше, чем  $CO$ ) подтверждает то, что лимитирующей стадией процесса является диффузия газа по порам.

Восстановление куска руды твердым восстановителем происходит аналогично восстановлению газом, поскольку, в основном, осуществляется не за счет контакта оксида железа с углеродом, а через газовую фазу за счет взаимодействия его с  $\{CO\}$ , возникающим при реакции газификации углерода, поэтому при неизотермическом обжиге сырого сидерита температура начала его восстановления определяется как концом декарбонизации, так и реакционной способностью восстановителя.

В процессе нагрева предварительно обожженного сидерита газовыделение отсутствует, поэтому процесс восстановления обожженных сидеритов при прочих равных условиях начинается намного раньше, чем сырых и происходит гораздо быстрее.

По-разному происходит восстановление крупных и мелких кусков сырых и обожженных сидеритов.

При восстановлении сырых кусков в неизотермических условиях обжига, как газом, так и твердым восстановителем процесс металлизации крупных и мелких кусков в большой зависимости от скорости нагрева. В мелких кусках декарбонизация заканчивается при более низких температурах, чем в крупных. В связи с этим процессы восстановления начинаются раньше. При нагреве печи с соответствующими скоростями на поверхности зерен вюстита образуется корочка металлического железа во всем объеме куска до температур интенсивного образования фаялита, которая препятствует взаимодействию оксида железа с оксидом кремния. Дальнейшее восстановление будет определяться диффузией кислорода к поверхности.

В крупных кусках процессы декарбонизации идут дольше, чем в мелких, поэтому заканчиваются при более высоких температурах. В связи с этим к моменту достижения температур интенсивного образования фаялита в крупных кусках остается область, где на поверхности зерен вюстита металлического железа нет, что ведет к фаялитообразованию. Скорость восстановления фаялита ниже скорости восстановления вюстита, кроме того, при достижении температур выше 1205 °С фаялит начинает плавиться и забивать поры, что препятствует проникновению газа в объем куска и снижает восстановление. Поэтому степень металлизации железа в мелких кусках при обжиге в одних и тех же условиях неизотермического обжига выше, чем в больших.

Наличие фаялита в крупных кусках приводит к тому, что при нагреве кусков до температур 1400-1450 °С происходит их подплавление, тогда как мелкие куски не теряют своей формы.

При восстановлении предварительно обожженной руды независимо от скорости нагрева начало восстановления будет определяться только реакционной способностью восстановителя. Поэтому восстановление и мелких и крупных кусков начнется в одно и то же время, но, как уже указывалось ранее, процесс восстановления железа идет в диффузионном режиме, и поэтому восстановление крупных кусков идет дольше, чем мелких.

Таким образом, в процессе исследований обнаружено, что восстановление твердым восстановителем кусков обожженных сидеритов более эффективно, чем сырых. Применительно к вращающейся печи это приведет к повышению ее производительности и снижению опасности насталеобразования при ведении процессов при высоких температурах, необходимых для получения крупных корольков железа, и, в связи с этим, более эффективного последующего обогащения путем магнитной сепарации.

Процессы восстановления рудоугольных окатышей идут несколько иначе. Время восстановления сырых и обожженных сидеритов при одинаковых скоростях нагрева примерно одинаково. Это объясняется тем, что процессы

декарбонизации и восстановления разделены во времени. Восстановление окатышей, как из сырой, так и из обожженной руды начинается при достижении температуры около 900 °С, что определяется реакционной способностью восстановителя, к этому времени диссоциация карбонатов практически заканчивается. С увеличением скорости нагрева общее время обжига уменьшается.

Руда трудновосстановима, поэтому при достижении максимальной температуры обжига (1300 °С) процесс не заканчивается. Для достижения высоких степеней восстановления (>95 %) необходима дополнительная изотермическая выдержка. В этом случае железо практически полностью восстанавливается до металла и в виде корольков крупностью менее 30 мкм равномерно распределено по объему окатыша. На шлифах хорошо видны частицы коксика. Наличие остаточного углерода в объеме восстановленных окатышей объясняется тем, что при шихтовке исходное количество углерода определялось как 1,25 от количества, необходимого по стехиометрии для прохождения реакции:



Такая картина характерна для окатышей обожженных в атмосфере аргона и {CO}. Разница в том, что процессы восстановления в {CO} идут несколько быстрее, а количество остаточного углерода в восстановленных окатышах выше.

При обжиге в атмосфере {CO<sub>2</sub>} картина резко меняется. Скорость убыли веса окатышей при их восстановлении значительно ниже, чем в предыдущих случаях. Максимальная убыль веса меньше. При увеличении времени обжига вес начинает расти.

Химический и фазовый анализ обожженных окатышей показывает, что степень восстановления железа ниже, остаточный углерод отсутствует, а на поверхности окатыша образуется слой вторичного окисления железа, толщина которого зависит от времени обжига (чем больше время, тем толще слой).

Таким образом, исследования процессов восстановления твердым восстановителем сидеритов в виде кусковой руды или рудоугольных окатышей показали, что в результате пирометаллургического обогащения сидеритов, включающего восстановительный обжиг, может быть получен высокометаллизированный концентрат пригодный для использования в сталеплавильных процессах, как замена лома. Дополнительная мокрая магнитная сепарация измельченного концентрата с целью отделения пустой породы сделает полученный продукт более качественным.



### Список литературы

1. Кожевников И.Ю. *Бескоксовая металлургия железа* – М.: Металлургия, 1970. 300 с.
2. Гиммельфарб А.И. *Металлизация и электроплавка железорудного сырья* /А.И. Гиммельфарб, А.М. Неменов, Б.Е. Тарасов – М.: Металлургия, 1981. 152 с.
3. Князев В.Ф. *Бескоксовая металлургия железа* /В.Ф. Князев, А.И. Гиммельфарб, А.М. Неменов. – М.: Металлургия, 1972. 272 с.
4. Юсфин Ю.С. *Теория металлизации железорудного сырья* /Ю.С. Юсфин, В.В. Даньшин, Н.Ф. Пашков, В.А. Питателев. – М.: Металлургия, 1982. 256 с.
5. Юсфин Ю.С. *Новые процессы получения металла* /Ю.С. Юсфин, В.В. Даньшин, Н.Ф. Пашков, В.А. Питателев. – М.: Металлургия, 1994. 320 с.
6. Бланк М.Э. *Разработка и исследование двухстадийного способа металлизации железорудного сырья в трехзонной шахтной печи* /М.Э. Бланк, В.В. Червоткин, В.Р. Кончаковский //Теория и практика прямого получения железа – М.: Наука, 1986. С. 207-211.
7. Вусихис А.С. *Принципиальные схемы пирометаллургического обогащения бакальских сидеритов* /А.С. Вусихис, Л.И.Леонтьев, Н.С.Шумаков и др. //Комплексная переработка металлургического сырья – Екатеринбург: УрО РАН, 1994. С. 87-92.
8. Dmitriev A. *Comparative analysis of carbonate iron ore reduction results at various roasting conditions.* /A. Dmitriev, A. Vusikhis, P. Savintsev, K. Shunyev, D. Kudinov, T. Sapozhnikova //First International Conference on Diffusion in Solids and Liquids, July 6-8, 2005, Aveiro, Portugal, VI, P. 187-190.
9. Вусихис А.С. *Сравнительный анализ различных схем переработки сидеритовых руд при различных вариантах их подготовки* /А.С. Вусихис, А.Н. Дмитриев, Д.З. Кудинов, Ю.А. Чесноков, П.П. Савинцев, Т.В. Сапожникова //Теория и технология металлургического производства: Сб. трудов под ред. В.М. Колокольцева – Магнитогорск: Изд-во МГТУ, 2006. С. 20-25.

### МОДЕЛЬ ЗРЕЛОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИБКОСТИ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А.В. Юрченко  
 ЗАО «ЕС-лизинг»,  
 г. Тула

Становление *гибкой ИТ-организацией* представляет собой процесс непрерывного улучшения и развития в ряде различных областей таких, как сбор требований, управление проектом, разработка программного обеспечения (ПО). Это можно выполнить множеством различных способов, меняя рабочие процессы, тем самым увеличивая, или уменьшая оперативность и скорость реагирования процессов и членов рабочей команды в большей, или меньшей

степени. Различные способы управления процессами, которые позволяют достичь некоторой степени подобия *гибкости*, приводят к понятию *модели зрелости* для оценки *гибкости* работ. Данная модель предоставляет возможность для организации оценить ее текущее состояние, установить цели и приоритеты, спланировать действия по дальнейшему непрерывному улучшению, и разработать и просчитать *техничко-экономическое обоснование*, чтобы принять в организации практики *гибкого управления*.

Разработка приложений включает в себя ряд различных работ, варьирующихся от сбора требований до управления процессом разработки. Каждая работа, в свою очередь, может замедлять, или ускорять способность *IT*-процессов реагировать на изменения в бизнес среде.

В качестве примера можно рассмотреть, каким образом способ, с помощью которого накапливаются требования, влияет на скорость реакции *IT*-процессов. С одной стороны, большой объем работ, связанных с проектированием (и, следовательно, со сбором требований), не дает большой гибкости для изменения функциональности в начале проекта. С другой стороны, спонтанное выражение требований к функциональности, которые включают в себя формальные оценки выгоды для бизнеса, и хранятся в общем репозитории с удобным доступом, могут обеспечить максимум гибкости.

Определение полярных противоположностей является полезным правилом для того, чтобы понять идет ли организация в направлении одной из них. Помимо этого, перспективы наступления таких противоположностей поднимают различные вопросы и заинтересованности в том, как улучшить работу организации:

- Если ни одно из крайних состояний не описывает текущего состояния, как понять хорошо это, или плохо, что организация находится в данной ситуации?
- Если текущее состояние находится наиболее близко к *гибкому* состоянию, устранение разрыва между текущим и наиболее *гибким* состояниями не обязательно должно произойти за один шаг. Каким образом выполнить переход в состояние самого *гибкого управления* без выполнения ненужного количества движений и без ненужной спешки?
- Для некоторых организаций крайние состояния *гибкого управления* могут быть экономически невыгодными. Существует ли некоторое среднее оптимальное состояние?

Необходимо отметить, что целью описываемого здесь подхода не является выявление общей оценки для сертификации на *гибкость* организации. Так же нет цели в определении абсолютных этапов развития, через которые каждый проект, отдел, или организация должны пройти, чтобы придти к определенному уровню зрелости. Целью описываемого подхода является определение способа распознавания сильных и слабых сторон рабочих процессов, которые (стороны) помогли бы настроить должным образом коммерческий *IT*-процесс. Приведенная в данной работе модель определяется через определенный набор *IT*-работ, и позволяет производить оценку *гибкости*,

основываясь больше на фактах, и меньше зависеть от убеждений конкретных людей.

Рассмотрим опять пример с накоплением требований. От менее к более *гибкому* продвижение может выглядеть следующим образом:

- Менее *гибкое* состояние: задачи для разработки ПО создаются из объемных, фиксированных, первоначальных требований.
- Создание легкопонимаемых требований для обеспечения разработки ПО, базирующейся только на последних требованиях.
- Преобразование большого количества мелких требований в основные.
- Выстраивание последовательностей действий в обдуманное, командно-ориентированное, связанные описания функционала, которые могут быть выполнены за конкретное время итерации разработки ПО.
- Разработка формулировок функциональности, включая критерий приемки после тестирования и фиксирование требований в виде текстовых блоков.
- Спонтанная разработка требований на ходу в виде текстовых блоков, обуславливаемая текущими требованиями бизнеса проектам. Требования-текстовые блоки являются результатом не исходных источников (техническое задание, первое интервьюирование заказчика), а текущих требований и нужд заказчика.
- Наиболее *гибкое* состояние: разрабатывается глобальный репозиторий функциональных требований, предназначенный для хранения любого (внесенного на любом этапе) бизнес требования, включая формальные оценки выгоды для бизнеса, приносимые каждым требованием.

С приведенным уровнем детализации становится гораздо легче идентифицировать и оценивать текущие и будущие состояния, а так же промежутки, разделяющий их.

В дополнение к накоплению требований оценка зрелости может включать другие элементы, уменьшающие, или увеличивающие *гибкость*, такие, как:

- Тестирование. Объем тестирования и его оценка напрямую связаны с ежедневными работами по разработке ПО.
- Коллективное владение программным кодом. Показывает, насколько активно люди работают друг с другом, и насколько свободно можно фиксировать новые версии программного кода в системе.
- Совместная работа. Отображает события и частоту, с которыми разработчики, менеджеры и пользователи взаимодействуют и общаются.
- Гарантии/управление. Степень, с которой планируемые задачи переходят непосредственно в задачи по разработке ПО.

- Простота. Степень, с которой разработчик ограничен в своей возможности изменять код, или, наоборот, имеет свободу производить перепроектирование кода с каждым новым требованием.

Рассмотрим некоторые взаимозависимости внутри организации. Для примера рассмотрим отдел, состоящий из групп людей, работающих каждая над большей частью приложения, но над целым приложением не работает никто. В данном случае конечный функционал, который в результате представлял бы собой единую тестируемую часть, будет разбросан между группами, и, следовательно, не может быть выполнен (проверен) разработчиками. Отсюда возникает необходимость в реструктуризации организации, которая привела бы к более частому совместному владению программным кодом, и, как следствие, упрощению стадии проектирования и самой структуры проекта. Ясно, что реструктуризация может потребовать значительных усилий, и, если будет неверно спланирована, то приведет к негативным последствиям и будет являться сдерживающим фактором для процесса разработки.

Сложная задача реструктуризации не препятствует выполнению поэтапного развития. С одной стороны, существует много положительных моментов в том, чтобы процесс накопления требований находился в промежуточном состоянии. Упорядочивание задач в связанные друг с другом, определенные, переносимые единицы работы приводит к лучшему пониманию, выполнению, отслеживанию и большей прозрачности этих работ. С другой стороны, поэтапное продвижение уровня зрелости к более высокому, простота проектирования и сбора требований, приводят к практикам, которые и являются причиной реструктуризации.

Более тщательная оценка этапов зрелости позволяет организации принимать более осознанные решения по мере стремления организации к *гибкому управлению*. Оценка текущего состояния легко отображается с помощью схемы, показывая в каком положении находится организация. Целевое будущее состояние организации в разных областях так же легко отображается с помощью схемы, показывая, куда необходимо прийти.

Кроме того, каждый уровень может быть пронумерован, например, от -1 (отсутствие *гибкости*) до 5 (самый высокий уровень *гибкости*). После того, как задано направление движения для организации, текущее состояние может быть периодически исследовано и представлено в виде отчета и графически (см. рисунок).

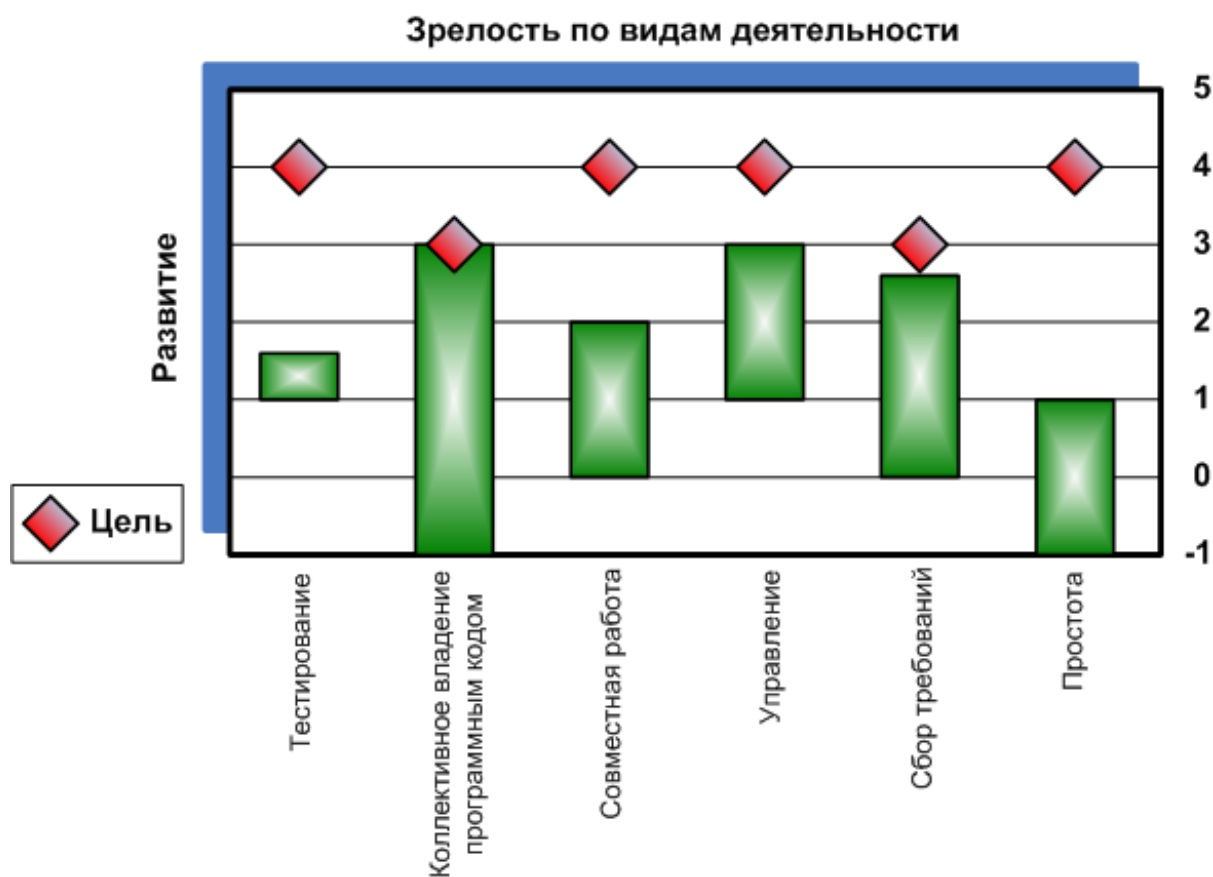


Рис. 1 Пример зрелости различных видов деятельности

Четкое отображение зазоров и временных интервалов позволяет ответить на следующие критические вопросы:

- *Какие выгоды будут от того, когда организация достигнет поставленных целей?* Отображение различных категорий вместе позволяет организации более точно определить последствия применяемых практик на бизнес целиком, и помочь расставить приоритеты над тем, в каком порядке необходимо менять процессы.
- *Как достичь поставленных целей?* Если известны все стадии зрелости, то это позволяет реализовывать некие переходные события. Например, можно осуществить реорганизацию, или переобучение персонала, чтобы организовать лучшее взаимодействие сотрудников. Таким образом, зрелости можно достичь за известное, конечное количество шагов.
- *Сколько будет стоить достижение целей?* Известные переходные события делают возможным создание модели стоимости для будущих улучшений.

Комплексное применение данной модели позволяет создавать *техно-экономическое обоснование*, включающее план реорганизации, стоимость и выгоды от практического применения *гибкого управления*.

Данная модель зрелости *гибкого управления* не является предписывающей инструкцией, обязательной к применению. Она является попыткой создать

простую, динамичную, основанную на фактах, оценку степени *гибкости* фундаментальных ИТ-практик, и, частично, самой организации. Используя данную модель, организация может быстро произвести оценку того, насколько чувствительны ее процессы и насколько высока скорость реакции ее текущих процессов и быстро определить, что нужно делать дальше.

## Глоссарий

**ИТ (information technology)** – широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям создания, управления и обработки данных, в том числе с применением вычислительной техники

**Гибкое управление (Agile management), или гибкая разработка (Agile software development)** – методология разработки ПО, направленная на минимизацию рисков, путём сведения разработки к серии коротких циклов, называемых итерациями. Каждая итерация включает все задачи, необходимые для выдачи мини-прироста по функциональности: планирование, анализ требований, проектирование, кодирование, тестирование и документирование. Хотя отдельная итерация, как правило, недостаточна для выпуска новой версии продукта, подразумевается, что *гибкий* программный проект готов к выпуску в конце каждой итерации. По окончании каждой итерации, команда выполняет переоценку приоритетов разработки, сбор новых требований.

**Модель зрелости (maturity model)** – модель развития способности компании разрабатывать программное обеспечение

**Технико-экономическое обоснование (ТЭО) (англ. - business case)** - документ, в котором представлена информация, из которой выводится целесообразность (или нецелесообразность) создания продукта или услуги. ТЭО содержит анализ затрат и результатов какого-либо проекта. ТЭО позволяет инвесторам определить, стоит ли вкладывать деньги в предлагаемый проект.

## Содержание

Чеботарев А.Л., Панарин В.М. Инновационно-технологический центр тульского государственного университета.....	3
Чадаев Ю.А. Организация работы инновационного бизнес-инкубатора тульского государственного университета .....	11

### **ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Кузнецов А.В., Троицкий Д.И. Построение индивидуальной траектории обучения как способ предотвращения конфликтов профессиональных интересов.....	13
Большаков С.В. Квалиметрическая оценка обучения на тренажёрных комплексах ПВО.....	15
Берёзко П.Н., Милюков И.А., Толстов А.А. Перспективы применения ГЛОНАСС при эксплуатации объектов наземной инфраструктуры космического ракетного комплекса.....	18

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ, РЕСУРСО И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Чеботарев А.Л., Панарин В.М., Мешалкин В.П., Саломыков В.И., Горюноква А.А., Климова Н.Н. Энергосберегающая технология на стадии ректификации при производстве капролактама.....	20
Панарин В.М., Горюноква А.А., Белоусов А.А. Системный анализ и моделирование распространения опасных химических веществ в приземном слое атмосферы.....	23
Бейгельдруд Г.М. Энергоаудит и экологическая безопасность.....	26
Калабухов Г.И. Снижение экологической нагрузки от транспортных средств и повышение их экономичности посредством глушителей шума выпуска ДВС.....	30
Клепиков А.А., Шамцян М.М. Фермент лакказы из базидиального гриба <i>Funalia trogii</i> .....	32
Кудрин А.Г. Особенность выведения минералов из бивня мамонта, паразитов из растений, человеческих тканей.....	33
Фомин В.М., Хергеледжи М.В. Акустическое моделирование нестационарного потока газовой среды во впускном тракте ДВС.....	37

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДСТВ

Шафорост А.Н. Математическое моделирование при проектировании транспортно-накопительных систем машиностроительных предприятий.....	40
Вобликова Ю.О., Стрекалова Н.Н. Конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния металлоконструкций кранов.....	42
Белл С.С. Методы расчетного определения токсичных компонентов в продуктах сгорания.....	45
Анцев А.В., Ляшенко Р.А. Использование технологического проекта изготовления детали при ситуационном управлении ресурсом режущего инструмента.....	48
Тюрин Е.В., Трушин Н.Н. Формирование оптимального списка параметров технической диагностики гидравлических приводов.....	50
Юрченко А.В. Конфигурационное управление программного обеспечения уровня предприятия.....	52

## ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Чердаков А.В., Гусейнов А.З., Огольцова В.А. Оптимизация алгоритма лечения синдрома диабетической стопы.....	54
Сапожников В.Г. Эхографическая картина гепатобилиарной системы детей с ротавирусной инфекцией.....	57
Анцев В.Ю., Чернецова Е.А. Инновационная технология совершенствования управления качеством при проектировании подъемно-транспортных машин.....	60
Игнатенко Е.Ю. Управление качеством процесса рекламационной деятельности на промышленном предприятии.....	65
Горынин А.Д., Толоконников А.С. Риск – анализ мостового крана с помощью метода дерева отказов.....	69
Садыкова Н.У., Бронштейн П.Г., Шляхова М.А., Демченко Ю.А. Хирургическое лечение ущемленных послеоперационных вентральных грыж.....	74
Селиверстов Г.В., Барникова В.С. Диагностирование коррозионных повреждений металлоконструкций кранов оптико-электронными методами.....	76
Карапыш Д.В., Асланян А.А. Оценка эффективности дезинтоксикационной терапии, традиционным и методом низкопоточной пролонгированной веновенозной гемодиализации, у больных острым панкреатитом.....	78
Карапыш Д.В., Агуреев Е.Н. Перфоративный дивертикул 12 перстной кишки,	



как сложный клинический случай, алгоритм ведения.....	83
Афони́на И.Ю., Мокрушина Ю.А., Строилов В.В., Хабибуллин Р.Ф., Павлова Р.А. Моделирующее влияние нового анестетика Хе на нервно-психическую деятельность человека в условиях гипертонического криза.....	87
Вишне́вский Д.С. Метод оценки технического состояния приводов подач металлорежущих станков с применением штатных датчиков перемещения.....	91
Господынько Е.С. Изменение конструкции многоцелевых станков с целью увеличения номенклатуры обрабатываемых деталей.....	93
Ерёмин А.А., Егоров Р.П. Конструктивная сложность машиностроительных деталей и её практическое применение.....	97
Жму́рин В.В., Сальников В.С. Роль балансировки инструментальной оснастки в процессе резания.....	101
Ляше́нко Р.А., Иноземцев А.Н. Повышение эффективности обработки резанием путем ситуационного управления ресурсом режущего инструмента.....	103
Одино́чников Д.С. Основы разработки компоновок многоцелевых станков.....	105
Ро́жков С.В., Золо́тых С.Ф. Анализ методов диагностики износа металлорежущего инструмента в автоматизированном производстве.....	110
Се́мина М.В., Сальников В.С. Особенности функционирования приводов многоцелевых станков.....	113
Сидоро́в Р.И. Аналитический обзор проблем автоматизации проектирования форм для изготовления ЖБИ.....	117
Труно́в С.Н. Снижение автоколебаний в процессе резания на станках с ЧПУ методом девиации частоты вращения привода главного движения.....	120
Хоанг Ван Чи, Сальников В.С. Повышение эффективности устройства смены инструмента в многоцелевом станке.....	126
Чи́ликин А.А. Контроль и средства измерения диагностических параметров автоматизированных станков.....	131
Еки́м А. В., Кочето́в В. П. Единый портал по оформлению и согласованию технической части документации для закупки товаров, работ, услуг.....	135
Кочето́в В. П. , Еки́м А. В. Распределенная система хранения информационных ресурсов веб-сайтов на клиентских системах .....	137
Степа́нова В. Э. Практическое применение решения обратной геометрической задачи в акустике.....	139
Минга́леев В.З., Захаров В.П., Морозов Ю.В., Насыров И.Ш., Газизуллина Р.М. Инновационная технология получения высокоактивного лантанидного катализатора для полимеризации изопрена.....	140
Минга́леев В.З., Захаров В.П., Захарова Е.М., Закирова И.Д. Особенности формирования высокоактивных центров полимеризации диенов титановых катализаторах.....	141

Анпилогов В.А., Верёвкин А.П., Давлетшина З.Р. Диагностирование утечек транспортируемых топливных углеводородов по трубопроводам на основе использования вейвлет-преобразования.....	142
Чемезов О.В., Батухтин В.П., Першин А.С., Шуров Н.И., Зайков Ю.П. Исследовательский электролизер для получения алюминия из глинозема. Устройство и методика эксперимента.....	145
Помоз А.С. Эффективность биотехнологии в производстве кормовых продуктов из отходов переработки массовых промысловых рыб Дальневосточного бассейна.....	147
Ошурков В.Ю., Потлов А.Ю., Проскурин С.Г. Использование поздно пришедших фотонов для детектирования поглощающей неоднородности.....	149
Бейгельдруд Г.М. Электрохимический комплекс очистки нефтесодержащих сточных вод.....	153
Бейгельдруд Г.М. Переработка сильнодействующих ядовитых веществ.....	155
Берёзко П.Н., Буданцев А.В., Бушанский А.С. Исследование методологии применения интерактивных тренажеров при подготовке специалистов аэрокосмического профиля.....	160
Вусихис А.С., Кудинов Д.З., Суворов А.В., Леонтьев Л.И., Шешуков О.Ю. Восстановительный обжиг сидеритов.....	165
Юрченко А.В. Модель зрелости для оценки гибкости процессов разработки программного обеспечения.....	169



Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ:  
ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ И ПРАКТИЧЕСКИЕ  
РЕЗУЛЬТАТЫ**

Авторское редактирование