СБОРНИК ДОКЛАДОВ И КАТАЛОГ КОНФЕРЕНЦИИ

ООО «ИНТЕХЭКО»
www.intecheco.ru

Сборник докладов и каталог Восьмой Всероссийской конференции РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ - 2016, посвященной решениям для реконструкции электростанций - ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС, АЭС, повышению ресурса и эффективности турбин и котлов, внедрению систем автоматизации и КИП, современному оборудованию для систем вентиляции и газоочистки, водоподготовки и водоочистки, переработке отходов, материалам для изоляции, огнезащиты и антикоррозионной защиты, усилению и восстановлению оборудования, зданий и сооружений, вопросам обеспечения промышленной и экологической безопасности предприятий энергетики России и стран СНГ.

WWW.INTECHECO.RU

ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ ООО «ИНТЕХЭКО»

г. Москва, гостиничный комплекс «ИЗМАЙЛОВО»

Межотраслевая конференция «АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА»

ежегодно в марте с 2010 года

конференция по промышленным ЛКМ, технологиям противокоррозионной защиты, краскам и материалам для защиты от коррозии, огнезащиты и изоляции, электрохимическим методам защиты металлов, приборам контроля качества покрытий, оборудованию для подготовки поверхности и окраски, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий металлургии, энергетики, химической, нефтегазовой и других отраслей промышленности.

Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

ежегодно в июне с 2009 года

конференция по проектированию и строительству различных объектов электроэнергетики, модернизации ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, ГЭС, повышению ресурса и эффективности турбин, котлов и горелок, системам автоматизации и приборам КИП, оборудованию для вентиляции и газоочистки, водоподготовки и водоочистки, переработке отходов, промышленным ЛКМ для защиты от коррозии, изоляции и огнезащите, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и энергетического оборудования, современным насосам, арматуре, компенсаторам и другому оборудованию электростанций.

Международная конференция «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»

ежегодно в сентябре с 2008 года

межотраслевой форум по вопросам газоочистки в промышленности - технологии очистки отходящих и технологических газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота, сероводорода и других вредных веществ; оборудование установок газоочистки, пылеулавливания, аспирации и вентиляции: электрофильтры, рукавные фильтры, циклоны, скрубберы, промышленные пылесосы, дымососы и вентиляторы, конвейеры, насосы, компенсаторы, системы экологического мониторинга, пылемеры и газоанализаторы, АСУТП газоочистки, новые фильтровальные материалы, системы пылеподавления.

Межотраслевая конференция «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

ежегодно в октябре с 2010 года

технологии водоподготовки, водоотведения и водоочистки, различные способы обработки воды, подготовка и очистка промышленных сточных вод, замкнутые системы водопользования, решение проблем коррозии, приборы контроля качества и расхода воды, автоматизация систем водоочистки, современные реагенты, насосы, трубы, арматура, теплообменники, компенсаторы и другое оборудование систем водоснабжения.

www.intecheco.ru admin@intecheco.ru +7 (905) 567-8767

СОДЕРЖАНИЕ

1. Участники конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016» 7

2. Сборник докладов «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016» 9

2.1. Основное и вспомогательное оборудование для реконструкции и модернизации предприятий энергетики. Инновационные разработки для повышения ресурса и эффективности котлов, турбин и другого технологического оборудования электростанций, ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС, АЭС. Вопросы промышленной безопасности, антикоррозионная защита. Восстановление, усиление и ремонт энергетического оборудования, зданий и сооружений. 9

Глобальные Интегрированные Логистические решения для предприятий энергетической отрасли. (ООО «Жефко») 9

Инновационные технологии производства бесшовных труб для атомной и тепловой энергетики. (ООО «Белэнергомаш - БЗЭМ») 12

Повышение эффективности ремонтов, изготовления и эксплуатации деталей и сборочных единиц энергетического оборудования путем применения технологий газотермического нанесения покрытий и лазерной наплавки. (ЗАО «Плакарт») 16

Реконструкция паровых турбин и тепловых схем станций. Модернизация, изготовление и ремонт деталей и узлов паровых турбин. Производство турбин малой мощности. (ООО «Комтек-Энергосервис») 20

Опыт эксплуатации паровых котлов-утилизаторов, спроектированных и изготовленных по технологии NOOTER/ERIKSEN, в составе энергоблоков России. (ОАО «Силовые машины», Барнаульский филиал ОАО ТКЗ «Красный котельщик») 25

Проектирование паровых турбин ЗАО «Уральский турбинный завод» для реконструкции, модернизации и нового строительства электростанций с применением современных технологий. (ЗАО «Уральский турбинный завод») 28

Повышение надежности эксплуатации энергетического оборудования путем очистки, пассивации и консервации с использованием кислорода. (ОАО «ВТИ») 32

Современные методы гидроизоляции и ремонта бетона на объектах энергетического комплекса. (ООО «ТД «Пенетрон-Россия») 36

Сильфонные компенсаторы для объектов энергетики. Основы успешной эксплуатации компенсаторов. (АО НПП «Компенсатор») 37

Резинокордовые компенсаторы – основа надежности трубопроводных систем. (ООО «Кронштадт») 42

Компенсаторы MACOGA (Испания). (ООО «ТИ-СИСТЕМС») 46

Аварийные души и фонтаны. Обзор оборудования для промышленной безопасности предприятий различных отраслей промышленности. (ООО «ТИ-СИСТЕМС») 47

Особенности проверки документации при модернизации оборудования на АЭС Германии. (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Германия) 48

О возможности взаимного замещения американских, европейских и российских стандартных фланцев Ду80 для предохранительных клапанов PN64. (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Германия) 51

Продление срока службы газотурбинных установок на основе последовательного систематизированного анализа риска и оценки состояния установки. (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Германия) 54

Техническое диагностирование трубопроводов пара и горячей воды ТЭС, находящихся в эксплуатации. (ОАО «Белэнергоремналадка», Республика Беларусь) 61

Противоаварийная защита трубопроводной инфраструктуры на объектах энергетики за счет использования технологии волновой стабилизации давления. (ООО «ЭКОВЭЙВ Технологии») ... 65

Сухие градирни и воздушно-конденсационные установки. (ЗАО НПВП «Турбокон»)..... 70

Модернизация бустерных насосов для блоков сверхкритических параметров пара. (Группа ГМС)..... 74

Flygt Experior: Добро пожаловать в новую эру перекачивания сточных вод. (ООО «Ксилем Рус»)..... 77

Инновационные разработки для повышения ресурса, эффективности энергооборудования: лазерная наплавка кромок рабочих лопаток ЦНД турбин и плазменная наплавка молотков дробилки ГРЭС. (ООО «Технологические системы защитных покрытий»)..... 80

Магнитная ферритометрия тепловой неравномерности аустенитных пароперегревателей котлов ТЭС. (ОАО «ВТИ»)..... 84

Безмасляные электромеханические системы регулирования и защиты паровых турбин. (ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ», ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»)..... 89

2.2. Системы мониторинга, контроля, управления и автоматизации, АСУ, АСУТП, ERP, IT. Современные контрольно-измерительные приборы для электростанций..... 93

Передовые решения Hach в области систем мониторинга качества воды в Энергетике. (ООО «Хах Ланге»)..... 93

Решение B&R для мониторинга состояния крупного электромеханического оборудования на базе распределённой системы управления APROL. (ООО «Б+Р Промышленная Автоматизация»)..... 94

Применение программно-вычислительного комплекса АРУ РЗА при проектировании электрической части станций и подстанций. (ОАО «НТЦ ЕЭС»)..... 98

Технологии ИПУ РАН для АСУ ТП: верхний уровень, диагностика, информационная безопасность, надежность, импортозамещение . (ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН»)..... 102

2.3. Экология энергетики, технологии и оборудование систем газоочистки, пылеуборки, водоподготовки и водоочистки, золоудаления и переработки отходов.. 106

Эффективное решение в области мокрой очистки газов. (ООО «Промышленно-Инновационная Компания»)..... 106

Модернизация системы газоочистки и газоудаления, с применением тканевых неметаллических компенсаторов «Компенз-Эластик». (ООО «Компенз-Эластик»)..... 110

Типовые решения для реконструкции газоочистного оборудования предприятий теплоэнергетики на основе новых технологий очистки дымовых газов. (ЗАО «Кондор-Эко»)..... 113

Системы сухого золоудаления Пауэрз. (ООО «Пауэрз»)..... 117

Вопросы выбора оборудования при модернизации систем золоудаления в контексте импортозамещения по материалам консорциума «Феникс». (ЗАО «ПрофЦемент-Вектор», Консорциум «Феникс»)..... 121

Внедрение новых и модернизация существующих систем вакуумной пылеуборки на предприятиях энергетического комплекса, работающих на твердом топливе. (ООО «Вектор-Инжиниринг»)..... 127

Воздухоочистные устройства для газовых турбин. Разработка, проектирование, монтаж. (ООО «НПП «Фолтер»)..... 131

Разработка и промышленная реализация методов модернизации осветлителей конструкций: ВТИ, ЦНИ, коридорного типа. (ЗАО «ЭКОХОЛДИНГ»)..... 135

Выпарная установка для комплексных очистных сооружений Челябинской ГРЭС. (ЗАО «НПП «Машпром»)..... 139

Универсальная отечественная технология ДИКЛАР-мировой лидер для очистки природных и сточных вод. (ООО «ИЦ «Объединенные Водные Технологии»)..... 141

Системы фильтрации газов компании Begg Cousland & Co. Ltd (Великобритания). Демистеры, туманоулавители, коалессоры, скрубберы для эффективной очистки газов. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)....147

3. Каталог конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016»....149

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (Германия)....149

Oilon Energy....149

Б+Р Промышленная Автоматизация, ООО....149

Белэнергомаш-БЗЭМ, ООО....149

Белэнергоремналадка, ОАО (Республика Беларусь)....150

Вектор-Инжиниринг, ООО....150

ВТИ, ОАО....150

Группа Ай-Эм-Си, ООО....150

Группа ГМС, АО....151

Группа компаний «Теккноу»....151

Жефко, ООО....151

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук....151

ИНТЕХЭКО, ООО....152

Инженерный Центр Объединенные Водные Технологии, ООО....153

Компенз-Эластик, ООО....153

Комтек-Энергосервис, ООО....153

Кондор-Эко, ЗАО....153

Консорциум «Феникс»....154

Кронштадт, ООО....154

Ксилем Рус, ООО....154

НПВП Турбокон, ЗАО....154

НПП Компенсатор, АО....155

НПП Машпром, ЗАО....155

НПП ФОЛТЕР, ООО....155

НПФ ФЬЮЛЭК, ООО....156

НТЦ ЕЭС, ОАО....156

Пауэрз, ООО....157

Промышленно-Инновационная Компания, ООО....157

Плакарт, ЗАО....157

Силовые машины, ОАО....157

ТД Пенетрон-Россия, ООО....158

Технологические системы защитных покрытий, ООО....158

ТИ-СИСТЕМС, ООО....158

Уральский турбинный завод, ЗАО....159

УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ, ОАО....159

Хах Ланге, ООО....159

ЭКОВЭЙВ Технологии, ООО....159

ЭКОХОЛДИНГ, ЗАО 160

4. Информационные спонсоры конференции 161

Автоматизация и IT в энергетике, журнал 161

Водоочистка, журнал 162

Вода Magazine, журнал 162

Главный инженер, журнал 163

Информационное агентство ЭНЕРГО-ПРЕСС, ООО 163

Информационная система по теплоснабжению РосТепло.ru 163

Компрессорная техника и пневматика, журнал 170

Новости теплоснабжения, журнал 170

Рынок Электротехники, журнал-справочник 170

Техсовет, журнал 170

Химическая техника, журнал 171

Химическое и нефтегазовое машиностроение, журнал 171

Экологический вестник России, журнал 171

Энергетика и Промышленность России, газета 172

5. Календарь промышленных конференции ООО «ИНТЕХЭКО» 178

АВТОРСКИЕ ПРАВА НА ИНФОРМАЦИЮ И МАТЕРИАЛЫ:

Все материалы в данном Сборнике докладов и Каталоге предназначены для участников Восьмой Всероссийской конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016», проводимой ООО «ИНТЕХЭКО» 7-8 июня 2016г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО», и не могут воспроизводиться в какой-либо форме и какими-либо средствами без письменного разрешения соответствующего обладателя авторских прав за исключением случаев, когда такое воспроизведение разрешено законом для личного использования.

Воспроизведение и распространение сборника докладов без согласия ООО «ИНТЕХЭКО» преследуется в соответствии с Федеральным законодательством РФ. При цитировании, перепечатке и копировании материалов Сборника докладов обязательно указывать сайт и название компании организатора конференции - ООО «ИНТЕХЭКО», www.intecheco.ru - т.е. должна быть ссылка: "По материалам Восьмой Всероссийской конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016», проведенной ООО «ИНТЕХЭКО» 7-8 июня 2016г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО». Дополнительную информацию о всех конференциях ООО «ИНТЕХЭКО» см. на сайте www.intecheco.ru "

Часть информации Сборника докладов и Каталога взята из материалов предыдущих конференций, проведенных ООО «ИНТЕХЭКО». Авторы опубликованной рекламы, статей и докладов самостоятельно несут ответственность за соблюдение авторских прав, достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и отсутствие данных, не подлежащих открытой публикации.

Мнение оргкомитета и ООО «ИНТЕХЭКО» может не совпадать с мнением авторов рекламы, статей и докладов.

Часть материалов Сборника докладов и Каталога опубликована в порядке обсуждения…

ООО «ИНТЕХЭКО» приложило все усилия для того, чтобы обеспечить правильность информации сборника докладов и каталога и не несет ответственности за ошибки и опечатки, а также за любые последствия, которые они могут вызвать.

Ни в каком случае оргкомитет конференции и ООО «ИНТЕХЭКО» не несут ответственности за любой ущерб, включая прямой, косвенный, случайный, специальный или побочный, явившийся следствием использования данного Сборника докладов и Каталога.

Составитель сборника докладов и каталога конференции: Ермаков Алексей Владимирович

© ООО «ИНТЕХЭКО» 2016. Все права защищены.

1. Участники конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016»

Организатор конференции:

ООО «ИНТЕХЭКО»

Информационные спонсоры конференции:

Проведение Восьмой Всероссийской конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016» поддержали журналы: Экологический вестник России, Автоматизация и IT в энергетике, Химическое и нефтегазовое машиностроение, Главный энергетик, Главный инженер, Главный механик, Водоочистка, Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, Конструкторское бюро, КИП и автоматика, Химическая техника, Компрессорная техника и пневматика, ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА, Рынок Электротехники, ТехСовет, Новости теплоснабжения, Информационная система по теплоснабжению РосТепло.ru, газеты: ЭНЕРГО-ПРЕСС, Энергетика и Промышленность России.

Участники конференции:

1. Руководители и главные специалисты предприятий электроэнергетики (главные инженеры ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, ГЭС, АЭС, ОГК и ТГК, начальники конструкторских и производственно технических отделов, ПКО, ПТО, начальники и главные специалисты отделов развития, начальники отделов охраны окружающей среды, начальники котельных и турбинных цехов, начальники отделов энергоэффективности и инноваций, ответственные за техническое перевооружение, эксплуатацию и ремонт различного оборудования, реконструкцию, модернизацию и капитальные ремонты, экологию, автоматизацию, эффективность и промышленную безопасность электростанций).
2. Эксперты, руководители, главные и ведущие специалисты инжиниринговых, проектных, научно-исследовательских, сервисных и монтажных организаций.
3. Представители отечественных и зарубежных компаний, производящих современное основное и вспомогательное оборудование для предприятий электроэнергетики.
4. Журналисты профильных СМИ.

Участие в Восьмой конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ - 2016» уже заявили более 120 делегатов - представители электростанций, производителей и поставщиков оборудования, научных, инжиниринговых и сервисных компаний, в том числе: ООО «ТД «Пенетрон-Россия», ООО «ИНТЕХЭКО», ООО «ТИ-СИСТЕМС», ООО «Б+Р Промышленная Автоматизация», АО «Сибирская энергетическая компания», ПАО «МОЭК», ОАО «ТГК-1», ПАО «Энел Россия», ОАО «Генерирующая компания» «Казанская ТЭЦ-2», Филиал ПАО «ОГК-2» «Ставропольская ГРЭС», Филиал ПАО «ОГК-2» «Сургутская ГРЭС-1», Филиал ОАО «ТГК-16» Казанская ТЭЦ-3, ООО «Хах Ланге» (НАСН Россия/СНГ), ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН», ПАО «ОГК-2», Выборгская ТЭЦ-17 филиал «Невский» ОАО «ТГК-1», АО «Территориальная генерирующая компания №11», Филиал ПАО «ОГК-2» «Череповецкая ГРЭС», Филиал «Смоленская ГРЭС» ОАО «Э.ОН Россия», ОАО «НТЦ ЕЭС», ТЭЦ ПАО «Северсталь», TUV SUD Industrie Service GmbH (Германия), ООО «Ксилем Рус», филиал «Яйвинская ГРЭС» ОАО «Э.ОН Россия», ОАО «Белэнергоремналадка» (Республика Беларусь), ООО «Компенз-Эластик», ООО «Белэнергомаш - БЗЭМ», ООО «Интер РАО - Инжиниринг», ООО «Технологические системы защитных покрытий», ГУ ОАО «ТГК-2» по Архангельской области, ПАО «НПП «КОМПЕНСАТОР», ООО «Жефко» GEFCO Россия, ГП «ГИПРОКОКС» (Украина), ЗАО НПВП «Турбокон», ООО «НПП «Фолтер», Рязанский филиал ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ», ЗАО «Плакарт», ООО «ЭКОВЭЙВ Технологии», ООО «ИЦ «Объединенные Водные Технологии», ООО «Пауэрз», ООО «Комтек-Энергосервис», ОАО «Силовые машины», ООО «НПП «СФЕРА», ООО «УК Теплоэнергосервис», ООО «Кронштадт», ЗАО «Кондор-Эко», ООО «Промышленно-Инновационная Компания», ЗАО «ПрофЦемент-Вектор» (Консорциум «Феникс»), ОАО «ВТИ», ООО «СТА», ООО «Вектор-Инжиниринг», ЗАО «НПП «Машпром», АО «ГМС ЛИВГИДРОМАШ» филиал в г. Москве, Группа ГМС (АО «ГИДРОМАШСЕРВИС»), Барнаульский филиал ОАО ТКЗ «Красный котельщик», ЗАО «Уральский турбинный завод», ООО «Ремонтно-строительная группа», Филиал ПАО «ОГК-2» - Красноярская ГРЭС-2, ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ», Красноярский филиал ООО «Сибирская генерирующая компания», Филиал «Среднеуральская ГРЭС» ПАО «Энел Россия», Филиал «Ириклинская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация», ЗАО «ЭКОХОЛДИНГ», ООО «Щекинская ГРЭС» и другие.

6-7 июня 2017 г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва) состоится Девятая Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ - 2017», посвященная модернизации оборудования электростанций, ТЭЦ, АЭС, ГРЭС, ТЭС , повышению ресурса и эффективности турбин, котлов и другого энергетического оборудования, автоматизации, надежности, газоочистке, водоподготовке и водооочистке, антикоррозионной защите, восстановлению и усилению зданий и оборудования, экологии и промышленной безопасности энергетики.

Каждый год в работе конференции принимают участие около 150 делегатов.

Условия участия, бланки заявок, сборники предыдущих конференций, а также другую информацию - см. на сайте www.intecheco.ru

т.: +7 (905) 567-8767, ф.: +7 (495) 737-7079 admin@intecheco.ru

2. Сборник докладов «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016»

2.1. Основное и вспомогательное оборудование для реконструкции и модернизации предприятий энергетики. Инновационные разработки для повышения ресурса и эффективности котлов, турбин и другого технологического оборудования электростанций, ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС, АЭС. Вопросы промышленной безопасности, антикоррозионная защита. Восстановление, усиление и ремонт энергетического оборудования, зданий и сооружений.

Глобальные Интегрированные Логистические решения для предприятий энергетической отрасли. (ООО «Жефко»)

ООО «Жефко», GEFCO Россия, Холдинг РЖД.
Вышиденко Ярослав Иванович, Заместитель коммерческого директора по развитию индустрии российские стратегические клиенты

Одна из крупнейших транспортно-логистических компаний Европы Группа GEFCO рада представить свой уникальный международный опыт для предприятий энергетической отрасли в рамках Восьмой Всероссийской конференции РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016.

Компания GEFCO работает на рынке с 1949 года и за это время реализовала ряд крупных логистических проектов совместно с ведущими промышленными предприятиями: Total, AirLiquide, Alstom, Siemens, SchneiderElectric, Газпромнефть-Снабжение, Евраз, СУЭК.

Группа GEFCO представлена более чем в 150 странах и входит в ТОП-10 крупнейших логистических операторов в Европе с оборотом €4.2 млрд. в 2015 году и в ТОП-3 в России по данным РБК. Штат сотрудников составляет 12000 человек.

Рис.1. Офис GEFCO и примеры перевозок оборудования для энергетической отрасли

Для предприятий энергетической отрасли компания представляет актуальные решения по железнодорожным, морским, автомобильным перевозкам всеми видами транспорта, представляет интересы клиента в таможенных и налоговых органах в рамках поставках оборудования и комплектующих, тяжеловесных грузов, включая различное энергетическое оборудование.

Проектные перевозки — это сложный и многоуровневый способ транспортировки грузов, включающий в себя целый спектр услуг, взаимосвязанных между собой по времени и очередности действий, а также привлечение большого количества специалистов и технических средств разного направления.

Транспортировка КГТ (крупногабаритного и тяжеловесного груза) может осуществляться следующими способами, где существуют свои виды транспорта и особенности:

- ж/д транспортом;
- авто транспортом;
- морским и речным транспортом;
- авиа транспортом;
- с сочетанием двух и более видов транспорта - мультимодальные решения.

В рамках экспертизы проектов мы оказываем следующие виду услуг:

- консультирование по составлению внешнеторговых контрактов в части разделов транспортировки и таможенного оформления;
- разработка оптимального проекта логистики
- проведение технического обследования маршрутов поставки КТГ оборудования, включая выезды

- разработка технологических схем КТГ оборудования и составление логистического бюджета
- постоянный контроль и мониторинг
- транспортировка оборудования из любой страны мира любым видом транспорта
- проведение таможенного оформления с получением необходимых классификационных решений

В рамках проектной перевозки энергетического оборудования важно учитывать особенности транспортировки тем или иным видом транспорта. Например, при использовании автомобильного транспорта в зависимости от типа и описания груза, его размеров, веса, и прочих параметров важным на начальном этапе является получение специального разрешения и исследование маршрута.

Road survey (исследование маршрута) – выезд на маршрут для составления легенды дорожного маршрута с описанием дороги и указанием всех пересечений коммуникаций и искусственных сооружений. Все эти объекты фиксируются на фото и замеряются. Предварительное обследование маршрута позволяет выяснить, какие организации согласовывают перевозку, разработать ее транспортно-технологическую схему и наметить объем подготовительных мероприятий.

Чтобы организовать поставку нового энергетического оборудования компания GEFCO готова предложить профессиональное управление и контроль над потоками, построение цепи поставок, объединить свои мощности и технологии с ресурсами компании для разработки комплексного логистического решения, выстроить эффективное взаимодействие и обмен данными всех участников процесса на основе современных информационных систем и технологий.

В качестве примеров решений для промышленных предприятий представляем бизнесы-кейсы и пресс-релизы по проектным перевозкам, которые осуществляла Группа GEFCO.

GEFCO Россия была номинирована на организацию перевозок солнечных модулей и сопутствующего оборудования для нужд строительства Бурибаевской СЭС (солнечной электростанции).

Контракт предусматривает перевозку более 200 контейнеров из 4 городов России: Калуги, Малоярославца, Екатеринбурга и Новочебоксарска в п. Бурибай, Республика Башкортостан.

«Данный проект имеет стратегическую важность для компании, - комментирует менеджер по развитию бизнеса, Евгений Тихонов, - солнечная энергетика сейчас в приоритете для РФ, планируется ввести еще 50 солнечных станций к 2020 году».

*Являясь дочерней структурой компании «Хевел» (совместное предприятие ГК «Ренова» и ОАО «Роснано»), «Авелар Солар Технолоджи» предоставляет услуги по строительству солнечных электростанций «под ключ» любой мощности как автономных, так и сетевых.

Компания GEFCO успешно выполняет проект по перевозке мехомплекса для СУЭК

По итогам тендера ОАО «СУЭК» на перевозку нового механизированного комплекса для очистного забоя шахты «Полысаевская» из Польши в Кемеровскую область среди крупнейших транспортных логистических компаний Европы конкурс выиграла транспортная компания GEFCO (дочернее предприятие ОАО «РЖД»), предложив лучшие условия по перевозке.

Основные составляющие механизированного шахтного комплекса это - 184 секции шахтной крепи, один забойный конвейер, один штрековый перегружатель, одно поворотно-передвижное устройство и дробильная установка. Общий вес комплекса превышает 5 000 тонн.

Для ОАО «СУЭК» в случае выбора компании-перевозчика сыграла роль не только цена, но и сроки поставки, так как перемонтаж на шахте «Полысаевская» с применением данного комплекса был назначен в точно установленный срок.

Слаженная работа и профессионализм сотрудников ОАО «СУЭК» и логистов компании GEFCO позволили своевременно согласовать все сроки с поставщиком, получателем, таможенной службой, железными дорогами и автомобильными перевозчиками. По готовности завода к отгрузке была организована подача необходимого подвижного состава для предстоящей сложной комплексной транпортировки, налажен информационный обмен между всеми участниками.

Перевозка нефтегазового оборудования из Екатеринбурга до Нижнекамска

GEFCO осуществила перевозку уникального оборудования следующих параметров: размеры груза: Д*Ш*В, мм – 42’000*3190*3950, Вес нетто – 82 тонн. В перечень проекта вошло получение спец разрешений, включая сборы за повреждение дорог и местные сборы за негабаритный и тяжеловесный груз, использование специального ЖД транспортера, самоходный модуль Cometto и 2 оператор, перевалка на терминале Трансккама с помощью козлового крана и траверса, полицейский эскорт и машины прикрытия, крепеж и специальная обвязка груза, наблюдение и контроль в местах погрузки и выгрузки, а также контроль качества и фото отчетность.

Рис.3. Перевозка оборудования

Жефко, ООО
Россия, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.3, стр.2
т.: +7 (495) 981-3100, ф.: +7 (495) 981-3100
info.russia@gefco.net www.ru.gefco.net

Инновационные технологии производства бесшовных труб для атомной и тепловой энергетики. (ООО «Белэнергомаш - БЗЭМ»)

ООО «Белэнергомаш - БЗЭМ»,
Морозов Дмитрий Анатольевич, Директор департамента маркетинга и развития

Свою историю компания, которая теперь носит название «Белэнергомаш-БЗЭМ», ведет с октября 1939 года, когда по решению Народного комиссариата электростанций и электропромышленности СССР в Белгороде началось возведение котлостроительного завода. Во время Великой Отечественной войны оно приостановилось и возобновилось только в 1945 году, а уже в 1951-м здесь была выпущена первая партия промышленных водогазотрубных котлов.

С подъемом промышленности в стране перед предприятием встала необходимость расширить ассортимент своей продукции, освоить новые виды изделий. В 1957–1960 годах за счет совершенствования технологического оснащения и унификации производства впервые в России на заводе наладили изготовление деталей трубопроводов для энергоблоков электростанций и АЭС, а в кузнечно-прессовом цехе был начат выпуск элементов трубопроводов для нефтегазовой промышленности.

Пройдя славный трудовой путь, Белэнергомаш выстоял и в трудные 1990-е, успешно сохранив лучшие производственные традиции и квалифицированные кадры.

В 2003 году в состав предприятия вошел производственный комплекс «Завод металлоконструкций». В 2006-м было освоено изготовление металлических многослойных сильфонных компенсаторов диаметром от 80 до 1 800 миллиметров.

Все это позволило заводу стать крупнейшим производителем элементов трубопроводов для объектов атомной, тепловой энергетики и нефтегазового комплекса.

Преемственность поколений живет в трудовых династиях заводчан, но даже в золотых руках должен быть инструмент, поэтому процесс модернизации производства ведется полным ходом.

Так 15 декабря 2015 года на заводе был открыт новый производственный комплекс элементов трубопроводов, в котором единой технологической цепочкой работают производство труб и производство соединительных элементов для АЭС и ТЭС. Его создание — самый масштабный инвестиционный проект в постсоветской истории предприятия. Корпус, построенный по инновационным технологиям, стал крупнейшей площадкой такого формата. Производственная площадь составляет 45 тысяч квадратных метров, при этом создана замкнутая технология изготовления труб, их механической обработки, блочной сборки и сварки, контроля, покраски и упаковки. Новые мощности позволяют обеспечивать выпуск трубопроводов в объеме 1 500 тонн ежемесячно. Перевод производства из основного корпуса позволил нам увеличить мощности по изготовлению металлоконструкций до 5 000 тонн в месяц.

Производство труб организовано в 2005 году и в настоящий момент полностью перекрывает собственную потребность предприятия в толстостенных бесшовных трубах большого диаметра для трубопроводов тепловых и атомных электростанций. Наше предприятие изготавливает бесшовные горячедеформированные механически обработанные трубы из углеродистых и легированных марок сталей для трубопроводов ТЭС и АЭС по ТУ1310-030-00212179-2007 и трубы изготовленные методом ЭШВ из углеродистых и легированных марок стали для трубопроводов ТЭС и АЭС по ТУ 1301-039-00212179-2010.

Ковано-сверленые трубы

Ковано-сверленые трубы разрабатывались и аттестовывались как аналоги трубам, изготовленным по ТУ14-3Р55-2001 и ТУ 3-923-75. Парк оборудования позволяет выпускать номенклатуру ковано-сверленых труб диаметром от 245 до 630 и с толщиной стенки от 19 до 95 мм. При этом, совместно реализованный в 2015 году проект с австрийской фирмой «Интеко», позволил освоить изготовление трубной заготовки широкого перечня марок стали, в том числе из отечественных аналогов импортных марок, таких как Р91, аналогом которой является 10Х9МФБ, которая успешно изготавливается на нашем предприятии.

Рис.1. Трубы ковано-сверленые

Трубы электрошлаковой выплавки.

Технология электрошлакового переплава применяется уже более 50 лет для получения передельной заготовки, а также изготовления корпусов трубопроводной арматуры.

Новизна процесса, внедренного на нашем предприятии, заключается в том, что данный процесс применяется для получения трубной заготовки максимально приближенной к геометрии готовой трубы.

В качестве исходного материала для процесса электрошлаковой выплавки используется прокат круглого сечения с химическим составом стали готовой трубы. Из проката на специальном стенде собирается расходуемый электрод, который впоследствии переплавляется в трубную заготовку. Металл, проходя через жидкий флюс рафинируется, очищается от неметаллических включений и вредных примесей серы и фосфора.

Рис.2. Процесс электрошлаковой выплавки трубной заготовки

Трубная заготовка проходит термическую обработку, после которой от каждой трубной заготовки отбираются темплеты для проведения контроля качества металла по параметрам:

- химический состав трубы;
- неметаллические включения;
- макро- и микроструктура;
- временное сопротивление;
- предел текучести;
- относительное сужение;
- ударная вязкость KCU (KCV) при нормальных и повышенных температурах.

После получения удовлетворительных результатов по всем параметрам заготовка трубы передается на участок механической обработки. Участок механической обработки оснащен современными импортными токарными станками и станками глубокого сверления, позволяющие получать трубы с точными геометрическими размерами. После проведения механической обработки каждая труба в 100% объеме проходит ультразвуковой контроль и ультразвуковую дефектоскопию.

В 2010 году на нашем предприятии создан участок по производству труб методом электрошлаковой выплавки. Получены опытные образцы, проведены комплексные испытания материалов труб и аттестация технологии. Совместно с НПО ЦНИТМАШ разработаны технические условия, которые впоследствии согласованы с отраслевыми институтами, концерном Росэнергоатом, получено разрешение на применение в тепловой и атомной энергетике. Процесс изготовления труб методом электрошлаковой выплавки отличается минимальным количеством технологических операций, что позволяет производить трубу высочайшего качества в минимальные сроки.

За освоение технологии изготовления труб ЭШВ для трубопроводов ТЭС и АЭС наш завод является лауреатом премии Правительства Российской федерации 2013 года в области науки и техники.

Научно-исследовательская деятельность при постановке продукции на производство

Основным критерием оценки качества металла жаропрочных труб являются испытания на длительную прочность. В головных материаловедческих институтах страны ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» и ОАО «ВТИ» проводят испытания прямых труб, в ОАО НПО «ЦКТИ» - фасонных элементов. Результаты испытаний приведены на рисунках.

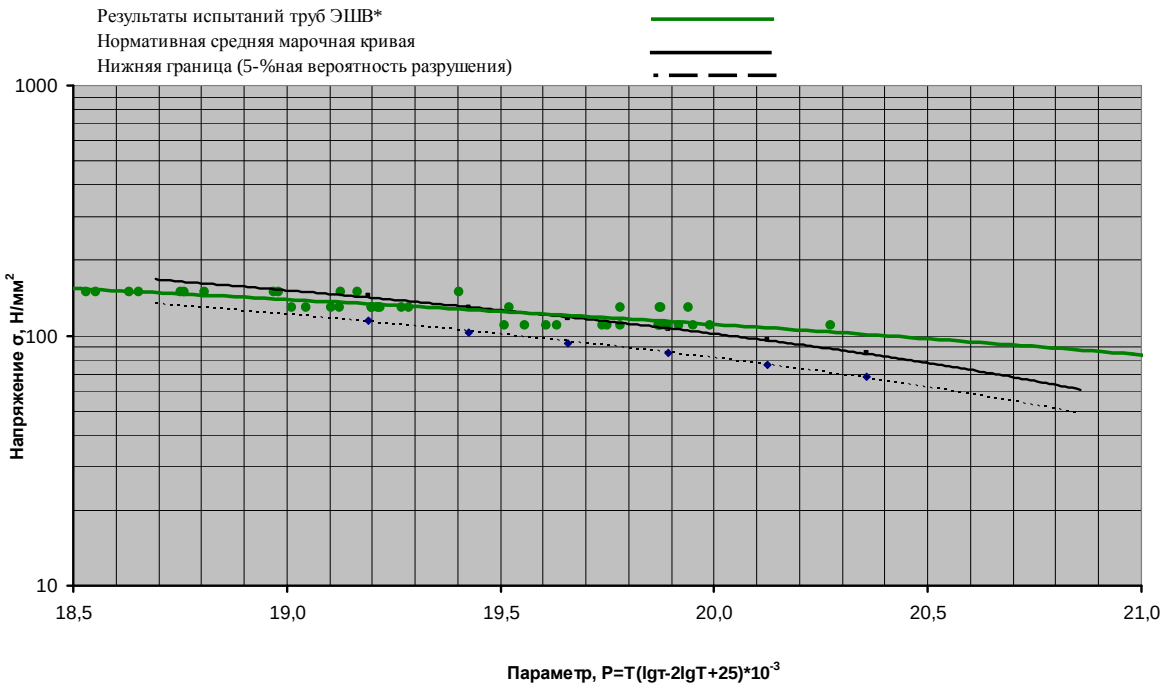


Рис. 3. Результаты длительной прочности труб Ø273-920мм из стали 15Х1М1Ф-Ш

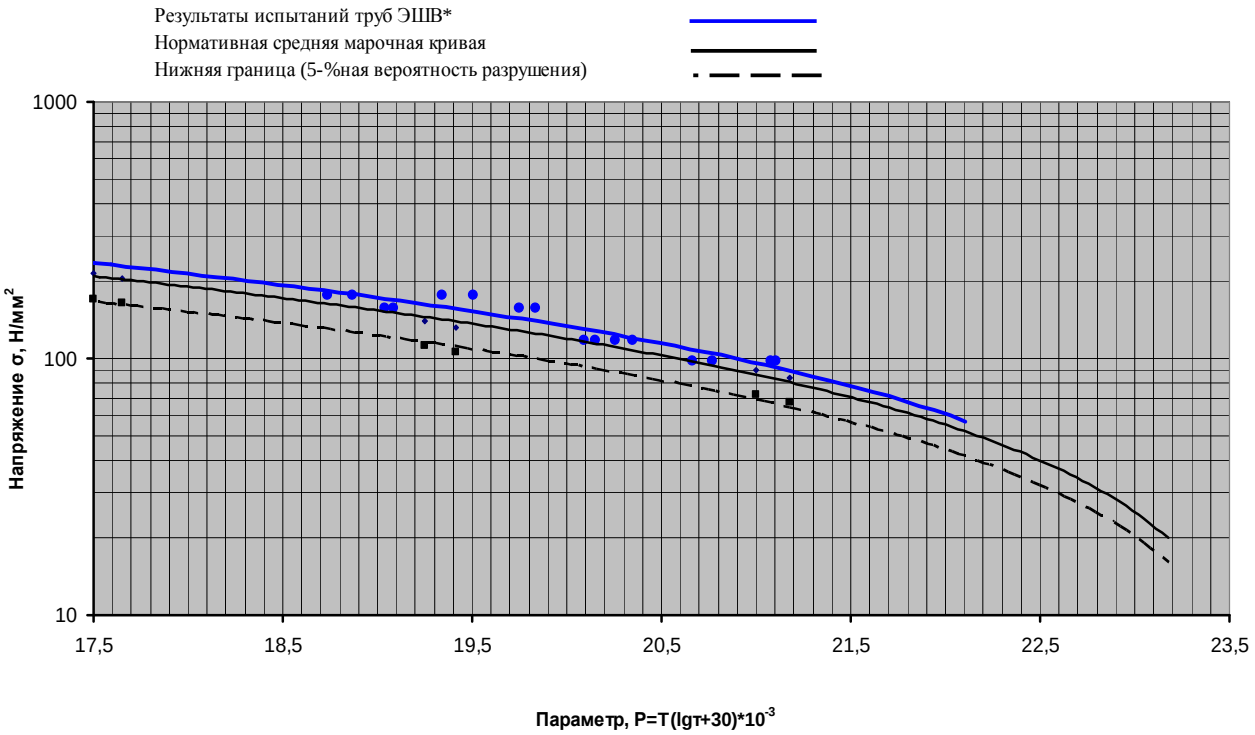


Рис. 4. Результаты испытаний труб Ø 273-630 мм из стали 10Х9МФБ-Ш

Общее количество образцов для испытаний в институтах составило более 4000 штук (из них на длительную прочность прямых труб, сварных соединений, фасонных элементов более 800 шт.). Кроме того в ОАО НПО «ЦКТИ» были проведены натурные испытания прямых труб Ø 630×28 мм и Ø273×36 мм при нормальной и повышенной температурах. Испытания образцов из труб ЭШВ подтвердили соответствие механических характеристик и характеристик длительной прочности ПБ 10-573-03 и их характеристики не ниже чем у горячедеформированных труб.

Общее время испытаний образцов на длительную прочность в головных институтах более 150 000 часов, в том числе для некоторых образцов продолжительность испытаний составила более 10 000 часов.

Отличительные особенности труб производства ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ»:

Качество:

- Более высокое качество труб по сравнению с трубами, изготовленными по ТУ 14-3Р-55 и ТУ 3-923-75
- более низкое содержание неметаллических включений и вредных примесей фосфора и серы,
- более качественная внутренняя и наружная поверхности трубы
- более точные геометрические размеры труб
- для труб изготовленных методом электрошлакового переплава – отсутствие анизотропии механических свойств в продольном и поперечном направлении.

Индивидуальный подход: возможность изготовления штучных заказов без привязки к прокатным нормам трубопрокатных заводов.

Импортозамещение: возможность изготовления типоразмерных рядов труб по зарубежным стандартам, а также возможность замещения труб из импортных сталей марок, в том числе Р91

Трубопроводы с применением труб ЭШВ и ковано-сверленных труб производства нашего завода были изготовлены и поставлены на Невинномыскую ГРЭС, Череповецкую ГРЭС, Беловскую ГРЭС, Харанорскую ГРЭС, Новомосковскую ГРЭС, Экибастузскую ГРЭС, Нижневартовскую ГРЭС, Няганьскую ГРЭС, Ростовскую АЭС, Нововоронежскую АЭС, на Ленинградскую АЭС, Красноярскую ТЭЦ-3, ТЭЦ-23 Мосэнерго, Краснодарскую ТЭЦ, Адлерскую ТЭЦ, ТЭС Аксу (Казахстан), а также на другие энергетические станции РФ и стран СНГ.

Белэнергомаш-БЗЭМ, ООО
Россия, 308017, г. Белгород, ул. Волчанская, д. 165
т.: +7 (4722) 35-4344, ф.: +7 (4722) 35-4224
info@energomash.ru www.energomash.ru

Новейшие технологии и оборудование для водоочистки, водоподготовки, водоснабжения и водоотведения в энергетике, металлургии, машиностроении, цементной, химической, целлюлозно-бумажной, нефтегазовой и других отраслях промышленности.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Повышение эффективности ремонтов, изготовления и эксплуатации деталей и сборочных единиц энергетического оборудования путем применения технологий газотермического нанесения покрытий и лазерной наплавки. (ЗАО «Плакарт»)

ЗАО «Плакарт», Красавин Александр Сергеевич, Коммерческий директор

Процесс технического перевооружения действующих ТЭС (теплоэнергетических станций) страны не успевает за процессом старения их энергетического оборудования. В ходе эксплуатации энергоблоков и энергоустановок с поперечными связями ТЭС детали и сборочные единицы оборудования подвергаются различным видам износа:

- *эрозионно-коррозионному* (посадочные места, разъёмы и обоймы диафрагм, гребни концевых уплотнений турбин),
- *коррозионному* (отмечаются на полотнах дисков РК у разгрузочных отверстий и на придисковых галтелях, ободах дисков, бандажных связях, концевых, диафрагменных и надбандажных уплотнениях, корпусных деталях цилиндров турбин.

После длительных простоев получают повреждения усики и заплечики сегментов, пружины, канавки на валах концевых уплотнений), *электроэрозионному* (основным условием электроэрозионных повреждений является наличие источников тока, протекающего по ротору турбины. Характерные признаки: сильная остаточная намагниченность деталей непосредственно после вскрытия турбины в связи с аварийным остановом; наличие прижогов на поверхности деталей в виде точечных углублений и электроэрозионных каверн, чаще покрытых чёрным налётом продуктов высокотемпературного окисления масла; «отпечатки» выступов или отверстий контртела на повреждённой поверхности; матовые пятна (в форме капель разбрызганной кислоты) на блестящей, приработанной поверхности шеек и вкладышей подшипников; неглубокие отпечатки (треки) электрического разряда на поверхностях деталей. Электроэрозионные повреждения чаще наблюдаются при пуске турбоагрегата после ремонта; резком изменении его вибросостояния; наборе нагрузки; срабатывании защит; попадании влаги на нагретый ротор. Электроэрозионные повреждения приводят к перегреву и задирам шеек, упорных гребней и колодок подшипников с последующим разрушением баббитового слоя вкладышей и абразивному износу деталей; свариванию и разрушению зубчатых муфт и передач; износу деталей блока регулирования; износу уплотнений и шеек ротора под уплотнениями; сварке и усиленному износу крепежа, штифтов разного рода и т.д.) и иным видам.

Значительная часть оборудования требует обновления (замены, реконструкции, модернизации, ремонта).

Применение технологий газотермического напыления (ГТН), лазерной и плазменной наплавки при ремонте и изготовлении деталей оборудования позволит исключить указанные выше виды повреждений или существенным образом увеличить сроки межремонтного периода оборудования.

Рассмотрим ряд примеров по освоенным и/или предлагаемым ЗАО «Плакарт» технологиям ГТН и лазерной наплавки. Работы по ГТН и наплавке ЗАО «Плакарт» выполняются (могут выполняться) в условиях станции или на производственной площадке (при единичной массе детали до 5 т).

Ремонт и изготовление деталей паровых и газовых турбин.

Наиболее известны методы упрочнения входных кромок рабочих лопаток последних ступеней турбин: напайка стеллитовых пластин, электроискровое легирование, закалка ТВЧ. Недостатки методов заставляют искать новые технологии упрочнения кромок РЛ ЦНД.

1.Наплавка порошка стеллита на входные кромки РЛ последних ступеней паровой турбины приводит (расчётно) к повышению эрозионной стойкости в 2-3 раза. Применение лазерной наплавки (ЛН) стеллита позволяет обеспечить равномерность нанесения покрытия, улучшить геометрию, исключает отслоение покрытия (рис. 1).

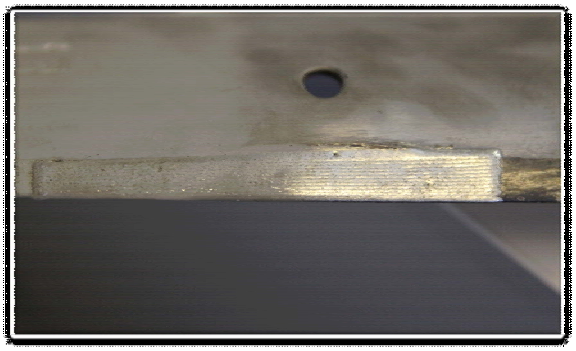


Рис.1 Лазерная наплавка стеллита

2. Восстановление бывших в эксплуатации лопаток газотурбинных двигателей методом ЛН (рис. 2). ЛН позволяет наносить объемные участки материала с приемлемой точностью на торцы пера, на кромки пера. Высокая стоимость и сложность изготовления лопаток в двигателестроении направляет Заказчиков в сторону применения методов восстановления. ЛН лопаток ГТН позволяет наносить материал с высокой плотностью без последующей термической обработки, отсутствуют поры, не сплавления, размеры зон термического влияния составляет менее 100 мкм.

Рис.2 Восстановление лопаток газотурбинных двигателей

3. Восстановление и упрочнение поверхностей посадки деталей и сборочных единиц различных типов сложного динамического оборудования (газоперекачивающее, насосно-компрессорное, энергетическое и т. д.) с использованием импортозамещающих, ресурсосберегающих лазерных технологий (рис. 3). Преимуществами данной технологии являются металлургическая связь, высокие прочностные свойства, которые позволяют полностью восстановить конструкционную прочность деталей, отсутствие пористости и пр.

Лазерная наплавка выполняется на установке типа Плакарт LDF 6000. Из опытной стадии технология переходит в опытно-промышленную фазу (Кварц Групп).

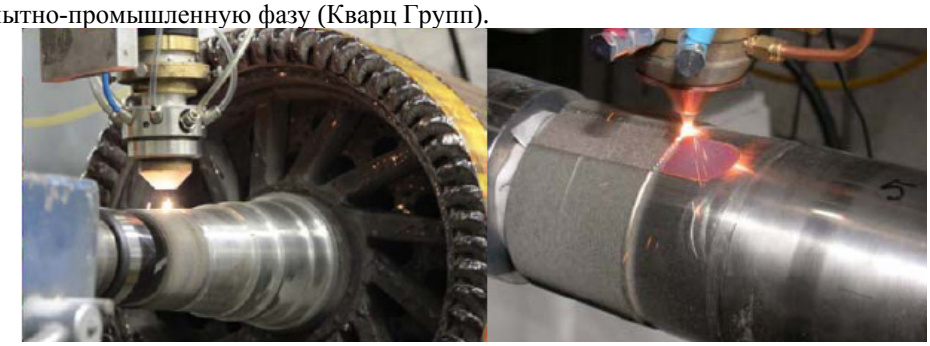


Рис. 3.

4. Высокоскоростной метод ГТН защитного покрытия (высоколегированный кобальтовый порошок с карбидным упрочнением) толщиной 200-250 мкм на РЛ двух последних ступеней паровой турбины К-200 Заинской ГРЭС ОАО «Татэнерго» по технологии ЗАО «Плакарт» (рис. 5) применён в 4-м квартале 2012 г.

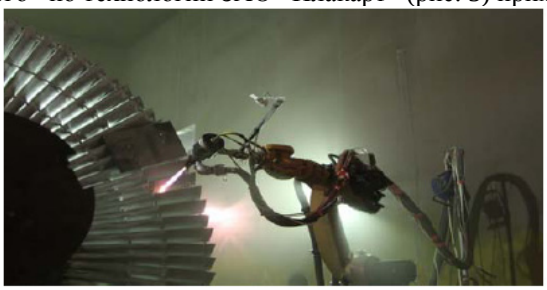


Рис.4.

Температура РЛ при ГТН не превышала 140^0С. Прочность сцепления: >60 МПа (6 кг/мм^2); пористость <1%; микротвёрдость – не <900 усл. ед.$HV_{0,2}$.

Время нанесения покрытия на облопаченное рабочее колесо двух последних ступеней турбины К-200 в условиях ГРЭС составило <1 недели при односменной работе 3 чел. и затратах с использованием одной мобильной установки в размере <3-х млн руб.

При вскрытии ЦНД в январе 2015 г. следов эрозионного износа РЛ не обнаружено.

5. Защита от износа и кавитации рабочих колес, направляющих аппаратов, разгрузочных дисков, корпусов центробежных насосов и насосных станций напылением и наплавкой твердосплавных покрытий.

Карбидные покрытия существенно тверже большинства абразивных примесей, присутствующих в перекачивающих жидкостях, что позволяет им надежно защищать детали от абразива. Карбиды стойки

практически ко всем химически активным примесям, присутствующим в нефти и нефтепродуктах. Нанесение покрытий позволяет повысить ресурс чугунных насосов российского производства до уровня выше дорогих зарубежных аналогов за разумные деньги.

Твердосплавные покрытия из карбидов вольфрама и хрома успешно противостоят абразивным и химическим примесям в перекачиваемых нефтепродуктах, останавливают кавитацию, снижают энергопотребление. Энергоэффективность насоса повышается за счет сокращения обратных перетоков, равномерного и очень медленного износа поверхностей.

Защита рабочих колес насосов. Были проведены работы по защите рабочего колеса сетевого насоса Grundfos NKG-200, наносились покрытия из карбид вольфрама/хрома, и нержавеющая сталь Х14Н7С3Р3(6А). Слева фотография чугунного рабочего колеса после окончания отопительного сезона, справа фотография колеса с покрытием.

Рис.5

Жаростойкие и термобарьерные покрытия успешно применяются для защиты от деградации структуры сплавов при высоких температурах, от высокотемпературной коррозии, для создания термобарьерных слоев.

В высокотемпературных процессах материалы подвергаются воздействию не только кислорода, а также других составляющих агрессивных сред в форме газов CO2 и SO2, расплавленных солей щелочных и щёлочноземельных металлов (сульфатов, хлоридов) и твёрдых частиц в форме песка или сажи. Некоторые из этих составляющих являются отходами технологических процессов, другие поступают из внешней среды. Воздействие агрессивных факторов приводит к коррозии и эрозии, которые в свою очередь, приводят к уничтожению защитной оксидной плёнки.

Главным способом защиты жаропрочных сплавов от окисления в шестидесятые годы XX века было диффузионное алитирование. До сих пор диффузионное алитирование применяется для защиты внутренних поверхностей лопаток турбины газоциркуляционным способом. Однако защита внешних поверхностей лопаток алитированием явно недостаточна, так как из-за снижения усталостной прочности эффективная толщина алитированного слоя не превышает 40-60 мкм.

Плазменные покрытия обладают большей податливостью, чем диффузионные покрытия. Они не оказывают влияния на распространение трещин из покрытия в подложку и поэтому могут иметь большие толщины (150-250 мкм), а значит, и больший запас алюминия.

Керамическое покрытие обеспечивает термоизоляцию поверхности и обычно состоит из керамики с минимальным коэффициентом теплопроводности. Большая разница в термомеханических свойствах металлов и керамики препятствует их использованию в сложных структурах, подвергаемых воздействию температур. Тем не менее, термобарьерные покрытия (ТБП), сделанные из керамики с низкой теплопроводностью используются как теплоизоляция металлических изделий от горячего газового потока. Использование ТБП (с толщиной 100-500 мкм), наряду с внутренним охлаждением детали из суперсплава даёт понижение температуры на поверхности суперсплава от 100ºС до 300ºС. Понижение температуры металла возможно, если ТБП используются в комплексе с внешним плёночным и внутренним воздушным охлаждением. При плёночном охлаждении защитный поток охлаждающего воздуха выпускается на внешнюю поверхность компонента, проходя по внутренним аэродинамическим поверхностям через отверстия в поверхности компонента. Это позволяет современным газотурбинным двигателям функционировать при температурах газового потока много больше температуры плавления суперсплава, увеличивая КПД и улучшая рабочие характеристики. При более низких рабочих температурах, ТБП уменьшает температуру металла, увеличивая ресурс изделия. ТБП также используются в дизельных двигателях, где достижение более высоких рабочих температур приводит к экономии топлива и более чистому выхлопу.

6. Замена изношенных надбандажных, диафрагменных, концевых уплотнений на прирабатываемые покрытия (рис. 6) приведёт к росту КПД проточной части до 2%.

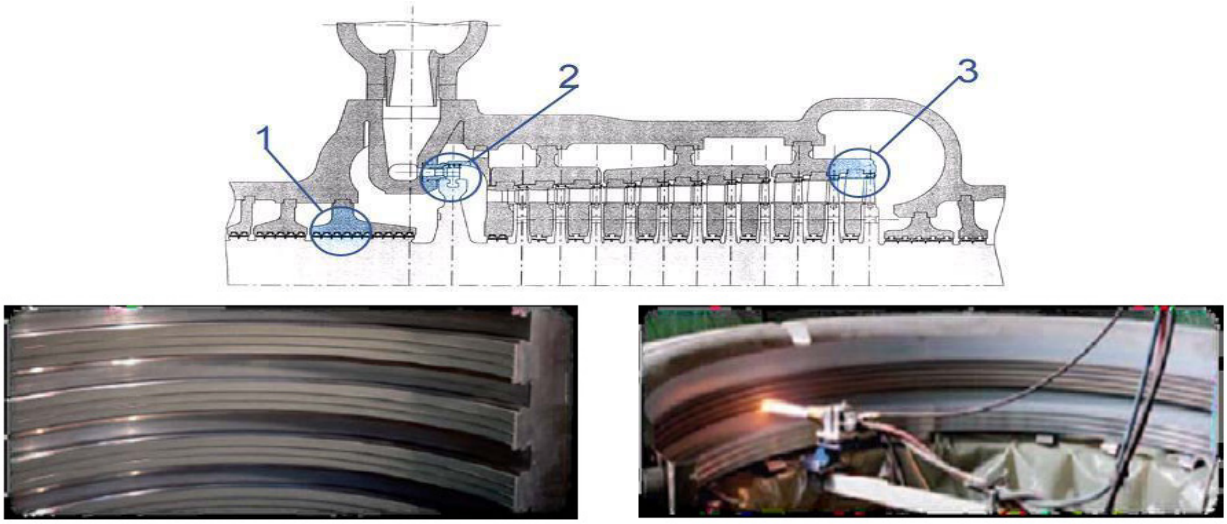


Рис. 6. (1 – концевое уплотнение; 2 – диафрагменное уплотнение; 3 – надбандажное уплотнение)

Инновационная технология нанесения уплотнительных (прирабатываемых)покрытий на статорные элементы турбины обеспечивает стабильный КПД энергетических установок за счет минимизации и сохранения зазоров. Снижает затраты на ремонт (применение разработанной технологии и материалов не требует проведения термообработки) и увеличивает эрозионно-коррозионную стойкость.

7. Замена традиционной технологии заливки вкладышей на технологию ГТН (рис.7) баббита марки Б-83 на рабочую поверхность подшипников энергооборудования с повышением износостойкости в 2 раза по сравнению со штатными подшипниками. Трудоемкость ремонтных работ снижается за счёт исключения излишней перезаливки вкладышей подшипников и восстановления размеров мест посадки сопрягаемых поверхностей, в 2-4 раза увеличивается срок службы деталей машин.

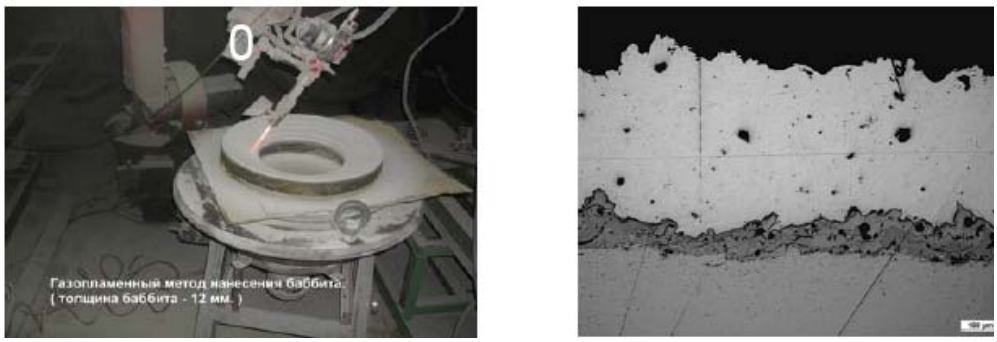


Рис.7

Конкурентные преимущества ЗАО «Плакарт».

ЗАО «Плакарт» использует карбиды и твёрдые сплавы – W, Ta, Ti, Mo, WC-Co и др. Его конкурентные преимущества перед другими потенциальными участниками электроэнергетического рынка заключаются в следующем:

- широком спектре применяемых материалов и технологий;
- незначительной доле импортных услуг в используемых технологиях;
- высоком уровне научных исследований, обеспечивающих решение современных прикладных задач;
- наличии собственной испытательной лаборатории, возможности отработки технологий нанесения покрытий различного назначения в сжатые сроки;
- высоком уровне ремонтопригодности наносимых покрытий с достижением требуемых сроков службы;
- возможности разработки, изготовления и внедрения собственного оборудования (поставка оборудования Заказчику совместно с технологией нанесения покрытия с возможным дальнейшим технологическим сопровождением проекта).

В 2015 г. ЗАО «Плакарт» вошёл в число 100 инновационных развивающихся компаний России по рейтингу «Техуспех».

Плакарт, ЗАО
Россия, 142172, г. Москва, г. Щербинка, Симферопольское шоссе, 19
т.: +7 (495) 565-3993, ф.: +7 (495) 646-1640
info@plackart.com www.plackart.com

Реконструкция паровых турбин и тепловых схем станций. Модернизация, изготовление и ремонт деталей и узлов паровых турбин. Производство турбин малой мощности. (ООО «Комтек-Энергосервис»)

ООО «Комтек-Энергосервис», Ушаков С.Л., Егоров В.А.

1. О компании «Комтек-Энергосервис»

В настоящее время, «Комтек-Энергосервис» – это стабильная компания, за плечами которой серьёзные модернизации паровых турбин мощностью от 12 до 500 МВт, изготовление и поставка турбин малой мощности собственного проектирования в диапазоне мощностей от 500 кВт до 12 МВт, ремонты цилиндров, роторов, диафрагм, подшипников и других деталей и узлов паровых турбин; множество реализованных реконструкций и модернизаций по узлам проточных частей и парораспределения.

Предприятие имеет собственное производство, которое оснащено карусельными, расточными, токарными, фрезерными, шлифовальными станками, средствами для термической обработки и проведения сварочных и слесарно-сборочных работ.

С 2004 года в «Комтек-Энергосервис» применяется система менеджмента качества, сертифицированная в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001:2008. «Комтек-Энергосервис» применяет систему менеджмента качества в соответствии с указанным стандартом в следующих областях: «Производство специфицированных изделий, модернизированных узлов и запасных частей к турбинам, реконструкция, монтаж, ремонт и техническое обслуживание паровых турбин».

Все наши успехи и достижения стали возможными благодаря коллективу высококвалифицированных специалистов – Б.М. Соболеву, О.Ф. Фомченко, М.И. Гринману, имеющих десятки внедренных разработок. В «Комтек-Энергосервис» под их руководством созданы следующие отделы:

- Конструкторский отдел паровых турбин (Б.М. Соболев);
- Отдел регулирования паротурбинных установок (О.Ф. Фомченко);
- Отдел перспективного развития (М.И. Гринман).

Находясь на рынке уже более 20 лет, мы выделили четыре стратегических направления:

1. Изготовление и поставка модернизированных узлов и деталей фактически для всей линейки турбин ЛМЗ и УТЗ – от 25 МВт до 800 МВт.
2. Реконструкции и модернизации паровых турбин.
3. Изготовление паровых турбин малой мощности – от 0,5 МВт до 12 МВт.
4. Изготовление запасных частей к любымпаровым турбинам и ремонт деталей и узлов паровых турбин.

К настоящему времени компания «Комтек-Энергосервис» имеет:

- Внедрения собственных разработок более чем на 80 ТЭЦ и ГРЭС РФ, стран ближнего и дальнего зарубежья.
- Общее число внедрений модернизированных деталей и узлов паровых турбин составляет более 1300.
- 20 реконструкций паровых турбин мощностью от 12 до 500 МВт.
- Более 21 патент на изобретения по деталям и узлам для паровых турбин.
- 10 паровых турбин собственного производства мощностью от 1 до 5 МВт.

2. Реконструкция паровых турбин

«Комтек-Энергосервис» имеет большой опыт проведения реконструкций паровых турбин мощностью от 12 МВт до 500 МВт производства ЛМЗ, УТЗ, ХТГЗ и др. включая турбины иностранного производства. Все реконструкции и модернизации направлены на повышение располагаемой мощности, надежности, экономичности, ремонтопригодности.

Среди наших знаковых реконструкций можно отметить следующие:

Реконструкция паровой турбины 500 МВт Назаровской ГРЭС, где «Комтек-Энергосервис» в рамках реализуемой «Сибирской Генерирующей Компанией» программы ДПМ в 2011 г. разработал проект реконструкции турбины К-400(500)-240 ст.№7 Назаровской ГРЭС с целью повышения мощности, а в 2012 г. поставил оборудование, завершил этап строительно-монтажных работ.

Реконструкция турбины затронула систему парораспределения, проточные части цилиндров высокого, среднего и низкого давления, тепловую схему турбины. Также была осуществлена замена гидравлической системы регулирования на электрогидравлическую систему регулирования. Проведенная реконструкция позволит повысить мощность турбины на 20 МВт.

На Ново-Кемеровской ТЭЦ в 2012 г. успешно проведена реконструкция турбоагрегата Т-120-12,8 ст.№15 с целью снятия ограничений конденсационной мощности в летний период. Летом недовыработка конденсационной мощности составляла до 40 МВт.

Реконструкция заключалась в замене последней ступени ЧНД на ступень с лопаткой, рассчитанную на работу при ухудшенном вакууме в конденсаторе; в замене диафрагмы последней ступени ЧНД; в

установке дополнительного трубного пучка в переходном патрубке конденсатора. Отдельно отмечу, что для этой реконструкции была специально спроектирована диафрагма последней ступени с тангенциальным навалом направляющих лопаток. Эта работа была выполнена «под ключ» и включала проектные, строительно-монтажные и пусконаладочные работы.

Также в предыдущие годы нами были проведены и другие не менее интересные реконструкции:

- Реновация турбины ПТ-60-90/13 ст.№4 ТЭЦ-ПВС (г. Темиртау, Казахстан) с заменой цилиндра высокого давления на новый и поставка деталей и узлов для ремонта ЦНД.
- Реконструкция паровых турбин ПТ-80/100-130/13 ст.№1, 2 Ростовской ТЭЦ-2 с увеличением электрической и теплофикационной мощности.
- Реконструкция паровой турбины ПТ-60-130/13 ст.№1 Казанской ТЭЦ-3 на приключенную турбину Т-27/33-1,28.
- Реконструкция системы автоматического регулирования с переводом на электрогидравлическую турбины типа Т-100-130 ст.№3 Норильской ТЭЦ-3.
- Реконструкция турбины Р-50-130/13 ст.№5 на Иркутской ТЭЦ-11 с целью увеличения располагаемой мощности.
- Реконструкция турбины ПТ-25-90-4 ст.№1 с переводом на начальные параметры пара 13 ата.
- Реконструкция тепловой схемы станции и двух турбин ВПТ-50-90 Светлогорской ТЭЦ.
- Реконструкция старой немецкой турбины «Сименс-Шукерт» AEG-12 на Барнаульской ТЭЦ-1 с полной заменой проточной части и восстановлением проектной мощности.

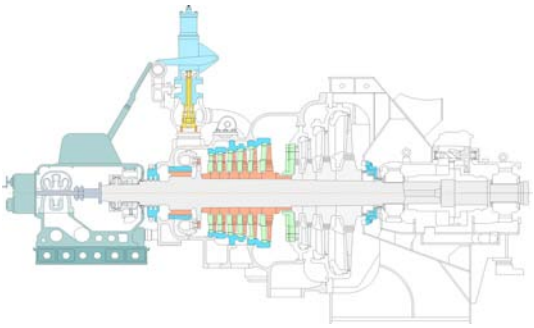


Рис. 1. Приключенная турбина Т-27/33-1,28 реконструированная из турбины ПТ-60-130/13 ст.№1 Казанской ТЭЦ-3, проект реализованный «Комтек-Энергосервис» совместно с ЗАО «УТЗ»

3.Турбины малой мощности

«Комтек-Энергосервис» проектирует и производит паровые приводные и генераторные турбины мощностью от 500 кВт до 12 МВт под конкретные требования Заказчика. Индивидуальный подход к Заказчику, применение инновационных подходов к проектированию позволяет добиваться максимально высоких технико-экономических показателей, как с точки зрения повышения КПД, так и улучшения эксплуатационных характеристик, включая надежность и высокую ремонтопригодность.

Отдельно хочется акцентировать Ваше внимание на такой разработке, как турбопривод к питательным насосам.

Реконструкция питательных электронасосов с заменой электродвигателя на противодавленческую паровую турбину (турбопривод) – одно из предлагаемых «Комтек-Энергосервис» решений, направленное на повышение энергоэффективности ТЭС. Реконструкция может быть реализована для питательных электронасосов с подачей от 270 до 720 м^3/час.

Использование турбопривода питательного насоса взамен электродвигателя позволяет:

- Эффективно регулировать производительность насоса за счет изменения числа оборотов ротора, т.е. использовать самый экономичный вид регулирования.
- Поддерживать при помощи питательного насоса минимальный перепад давления на регулирующем клапане котлоагрегата.
- Снизить потребление электроэнергии на собственные нужды за счет замены электропривода питательного насоса на турбопривод.
- Увеличить выработку и отпуск электроэнергии и тепла на станции за счет дозагрузки турбин «ПТ» или «Р» дополнительным острым паром в количестве необходимом для работы турбопривода.

Турбопривод Р-3,7-1,28/0,2 П к питательному насосу ПН-500-185 Иркутская ТЭЦ-11 2011 г.

Турбопривод Р-3,7-1,4/0,17 П к питательному насосу ПН-580-185 Нижнекамская ТЭЦ-1 2013 г.

Турбопривод Р-3,7-1,8/0,75 П к питательному насосу ПН-580-185 Ново-Кемеровская ТЭЦ 2014 г.

Рис. 2. Фотографии с объектов внедрений турбоприводов производства «Комтек-Энергосервис»

Наша компания готова осуществить весь комплекс работ по реконструкции питательных электронасосов «под ключ», в том числе: разработку рабочей документации, изготовление турбопривода и вспомогательного оборудования, выполнение строительно-монтажных и пуско-наладочных работ, стажировку персонала Заказчика и сдачу объекта в эксплуатацию. Все эти работы могут быть осуществлены в довольно сжатые сроки: 12-14 месяцев. Срок окупаемости данного проекта составляет 3-4 года.

К настоящему времени нами изготовлены и отгружены 9 турбоприводов к питательным насосам с подачей от 270 до 720 м^3/ч. Постоянные запросы с ТЭЦ показывают актуальность и высокую заинтересованность в этой разработке.

4. Модернизированные детали и узлы

Ещё одним из главных направлений является разработка новых модернизированных деталей и узлов к паровым турбинам мощностью от 25 до 800 МВт.

Кратко осветим нескольких наших разработках, позволяющих решить наиболее острые и актуальные проблемы, связанные с надежностью, ремонтопригодностью и эксплуатацией паровых турбин. К таким узлам, несомненно, относятся – парораспределение и концевые уплотнения.

4.1. Модернизированные узлы парораспределения

Надежность и экономичность – главные требования, предъявляемые к деталям и узлам парораспределения паровых турбин. В связи с этим, повышение надёжности этих узлов является одной из главных задач энергомашиностроителей и энергетиков. И именно поэтому это направление деятельности признаётся нашим предприятием одним из приоритетных.

В результате проделанной в течение многих лет теоретической, экспериментальной и конструкторской работы были выработаны, сформированы и проверены на практике принципы проектирования, обеспечивающие гарантированную надежность и высокую экономичность клапанов. При этом широко использовался опыт специалистов заводов-изготовителей, ремонтных организаций, эксплуатационного персонала электростанций, научно-техническая и патентная литература.

В настоящее время «Комтек-Энергосервис» разработал, запатентовал и успешно внедряет (более 1300 внедрений) такие разработки как:

- Модернизированные регулирующие клапаны.
- Модернизированные стопорные клапаны.
- Высокогерметичные уплотнения клапанов (ВГУ).
- Модернизированные приводные колонки клапанов.
- Реконструкция кулачково-распределительного устройства (КРУ).

Рис. 3. Модернизированные узлы парораспределения конструкции и производства «Комтек-Энергосервис» на заводском стенде сборки турбин ЗАО «УТЗ»

Оптимальным решением является комплексная реконструкция стопорных и регулирующих клапанов с применением высокогерметичных уплотнений, где применены решения, позволяющие устранить слабые места:

- В реконструированном клапане тарелка клапана защищена от воздействия потока пара буксой, а букса защищена специальным защитным кожухом. На шток не передаются поперечные и крутильные усилия от тарелки, возникающие вследствие нестационарности потока пара. Таким образом, предотвращаются повреждения и обрыв штоков.
- Применение высокогерметичного уплотнения штока полностью герметизируют зазор шток-букса, при этом пар, ранее уходивший в подогреватели, выполняет работу на лопаточном аппарате и позволяет дополнительно вырабатывать от 350 до 700 кВт (в зависимости от типа турбины) без дополнительных затрат топлива. Применение ВГУ также позволяет демонтировать трубопроводы отсосов. Срок окупаемости комплекта модернизированных клапанов составляет не более 3 лет.
- Простота конструкции и минимальная номенклатура запчастей повышают ремонтопригодность и минимизируют затраты на ремонт.

4.2. Модернизированные концевые уплотнения для турбин мощностью 50-800 МВт

«Комтек-Энергосервис» предлагает модернизированные высоко и низкотемпературные концевые уплотнения для турбин мощностью 50-800 МВт. Уплотнения, разработанные и изготовленные на нашем предприятии, уже более 10 лет надежно работают на турбинах Р-50, ПТ-60, ПТ-80, Т-100, Т-180, К-200, К-300 – более чем на 120-ти турбинах, установленных на ТЭЦ РФ и за рубежом.

Положительными эффектами при установке концевых уплотнений конструкции «Комтек-Энергосервис» являются:

- Исключение пропаривания и обводнения масла.
- Повышение надежности (снижение эффекта коробления) и увеличение ресурса эксплуатации деталей уплотнения.
- Повышение ремонтопригодности.
- Исключение дефекта возникновения трещин на линзе эластичного кольца в районе крестообразного шва.
- Повышение жесткости конструкции.

Общее количество внедрений реконструированных низкотемпературных уплотнений на разных типах турбин составляет более 300 комплектов.

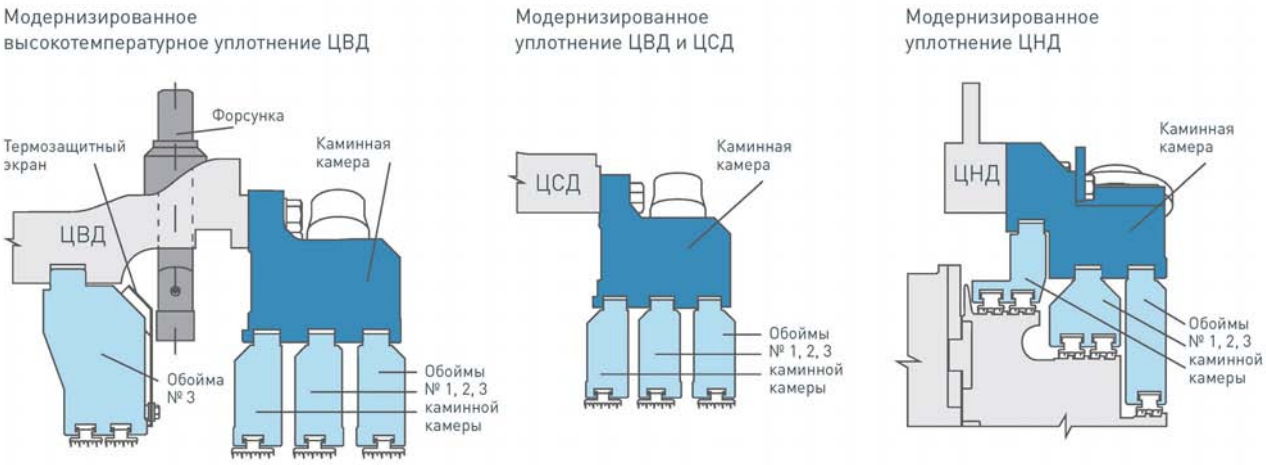


Рис. 4. Модернизированные концевые уплотнения конструкции «Комтек-Энергосервис»

5. Изготовление запасных частей и восстановительный ремонт деталей и узлов паровых турбин

«Комтек-Энергосервис» производит и поставляет запасные части к паровым турбинам Ленинградского Металлического завода (ЛМЗ), Уральского турбинного завода (УТЗ), Калужского турбинного завода (КТЗ), Харьковского турбогенераторного завода (Турбоатом) и др.

К типовой продукции, выпускаемой нашим предприятием, относятся:

- Узлы и детали парораспределения и запасные части к ним: сервомоторы клапанов, стопорные и регулирующие клапаны, колонки клапанов, штоки, буксы, золотники, кулаки и т.д.
- Узлы и детали проточной части: сопловые и направляющие аппараты, диафрагмы сварные, регулирующие диафрагмы, обоймы диафрагм, насадные облопаченные диски, уплотнительные кольца и т.д.
- Каминные камеры и концевые уплотнения, муфты, вкладыши опорных и опорно-упорных подшипников, упорные колодки и т.д.
- Клапаны обратные, типа КОС, предохранительные.

- Крепеж специализированный, высокого давления, гостированный, в том числе шпильки, колпачковые гайки и т.д.

На предприятии разработаны и успешно применяются технологии восстановления поврежденных диафрагм, сопловых и направляющих аппаратов, обойм диафрагм турбин мощностью до 800 МВт, которые позволяют полностью восстановить геометрию и размеры деталей.

В настоящее время «Комтек-Энергосервис» производит ремонт следующих деталей и узлов паровых турбин:

- Узлы парораспределения, в том числе ремонты коробок регулирующих и стопорных клапанов высокого и среднего давления; ремонт сервомоторов привода клапанов всех типов.
- Цилиндры.
- Роторы.
- Диафрагмы, сопловые и направляющие аппараты.
- Обоймы диафрагм.
- Муфта Биби
- Опорные и опорно-упорные подшипники.

КОМТЕК энергосервис

Комтек-Энергосервис, ООО
Россия, 192148, город Санкт-Петербург, Большой Смоленский проспект, дом 15 корпус 2.
т.: +7 (812) 318-3915, ф.: +7 (812) 318-3916
comtec@lek.ru comtec-energoservice.ru

Опыт эксплуатации паровых котлов-утилизаторов, спроектированных и изготовленных по технологии NOOTER/ERIKSEN, в составе энергоблоков России. (ОАО «Силовые машины», Барнаульский филиал ОАО ТКЗ «Красный котельщик»)

Барнаульский филиал ОАО ТКЗ «Красный котельщик»,
Хуторненко Сергей Николаевич, специалист по наладке 2 кат

Одним из направлений деятельности Барнаульского филиала ОАО ТКЗ «Красный котельщик» является проектирование котлов-утилизаторов работающих в составе энергоблоков различной мощности. В 2008 году ОАО «Инжиниринговый центр ‘ЭМАльянс-БСКБ КУ», современное название Барнаульский филиал ОАО ТКЗ «Красный котельщик» (г. Барнаул), входившее на тот момент в состав ОАО «ЭМАльянс», приступило к освоению технологий мирового лидера по проектированию и изготовлению котлов-утилизаторов, компании NOOTER/ERIKSEN. Линейка котлов-утилизаторов (КУ) спроектированных, изготовленных на основной производственной площадке ОАО ТКЗ «Красный котельщик», смонтированных и введённых в эксплуатацию охватывает широкий диапазон. Всего, с момента начала освоения технологии проектирования КУ по настоящее время, инженерами из Барнаула выполнены проекты двадцати шести котлов-утилизаторов, из них:

За газотурбинной установкой General Electric Energy, модель **PG6111FA**:

- Два котла-утилизатора для работы в составе энергоблоков ПГУ-110 Казанской ТЭЦ-2, введены в промышленную эксплуатацию в 2014 году;
- Два котла-утилизатора с дожиганием топлива для работы в составе энергоблоков ПГУ-115 Новоберезниковской ТЭЦ, в данный момент идёт передача основного оборудования на Казанскую ТЭЦ-1;

За газотурбинной установкой Siemens, модель **SGT-800**:

- Один котёл-утилизатор для работы в составе энергоблока ПГУ-60 Уфимской ТЭЦ-2, введён в промышленную эксплуатацию в 2011 году;
- Шесть котлов-утилизаторов для работы в составе ГТУ-ТЭЦ Туапсинского НПЗ;

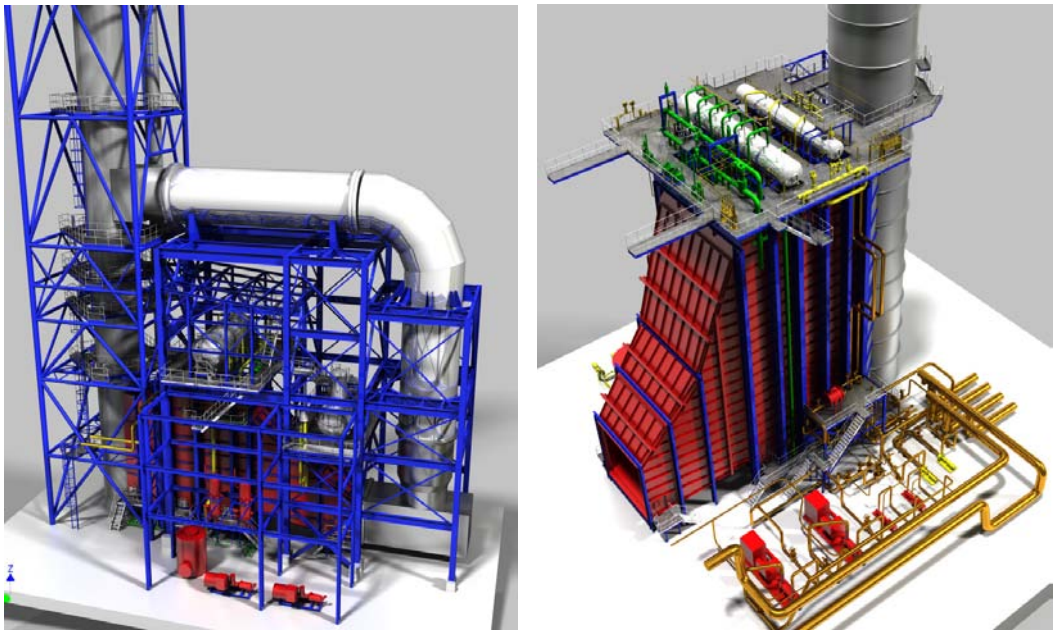
За газотурбинной установкой ОАО «Силовые машины», модель **ГТЭ-160**

- Два котла-утилизатора для работы в составе энергоблоков ПГУ-220 Уфимской ТЭЦ-5 (после переименования – Затонская ТЭЦ), заканчивается монтаж основного оборудования;
- Два котла-утилизатора для работы в составе энергоблока ПГУ-450 Уренгойской ГРЭС, введены в промышленную эксплуатацию в 2012 году;
- Один котёл-утилизатор с дожиганием топлива для работы в составе газотурбинной надстройки ПГУ-165 Пермской ТЭЦ-9, введён в промышленную эксплуатацию в 2013 году;
- Один котёл-утилизатор в составе энергоблока ПГУ-230 Ижевской ТЭЦ-1, введён в промышленную эксплуатацию в 2014 году;
- Один котёл-утилизатор в составе энергоблока ПГУ-220 Кировской ТЭЦ-3, введён в промышленную эксплуатацию в 2014 году;
- Один котёл-утилизатор в составе энергоблока ПГУ-220 Новобогословской ТЭЦ;

За газотурбинной установкой Siemens, модель **SGT5-4000F**:

- Три котла-утилизатора для работы в составе энергоблоков ПГУ-410 Няганской ГРЭС, введены в промышленную эксплуатацию в 2012, 2013, 2014 годах;
- Один котёл-утилизатор для работы в составе энергоблока ПГУ-420 Серовской ГРЭС, введён в промышленную эксплуатацию в 2015 году;
- Один котёл-утилизатор для работы в составе энергоблока ПГУ-420 Череповецкой ГРЭС, введён в промышленную эксплуатацию в 2014 году;
- Два котла-утилизатора для работы в составе энергоблока ПГУ-800 Пермской ГРЭС, идёт монтаж основного оборудования.

Помимо выполнения техно-рабочего проекта основных элементов обозначенных выше котлов-утилизаторов специалисты БФ ОАО ТКЗ «Красный котельщик» выполняют полный цикл работ направленных на оказание качественных услуг Заказчикам, включая разработку технико-коммерческого предложения и техническое сопровождение проекта до ввода котла-утилизатора в промышленную эксплуатацию.



а) б)

Рис.1. 3-D виды котлов-утилизаторов за ГТУ (а) SGT-800 и (б) ГТЭ-160

Из сказанного выше видно, что подавляющее большинство, из спроектированных КУ, работают на электростанциях России. В рамках выполнения работ по шефналадке специалисты БФ ОАО ТКЗ «Красный котельщик» участвуют в первых пусках КУ и осуществляют авторский надзор за работой котла при стабильных и переменных режимах, это позволяет накапливать статистический материал о работе основного и вспомогательного оборудования современных энергоблоков ПГУ, который применён при проектировании.

Энергетическое оборудование требует к себе особого внимания с точки зрения эксплуатации, поэтому специалисты по наладке БФ ОАО ТКЗ «Красный котельщик» проводят теоретическую и практическую подготовку оперативного персонала энергоблока. До операторов энергоблока в т.ч. доводятся основные особенности конструкции и эксплуатации котлов-утилизаторов спроектированных по лицензии компании NOOTER/ERIKSEN. Одной из основных отличительных особенностей таких котлов-утилизаторов является высокая маневренность, так например, при пуске КУ из холодного состояния парообразование в контуре высокого давления начинается на 5÷7-й минуте после выхода газовой турбины на холостой ход. Все наиболее термически нагруженные элементы пароводяного и газового трактов спроектированы таким образом, что бы КУ не был ограничивающим элементом при пуске энергоблока, при этом строго соблюдаются критерии надёжности при работе толстостенных элементов (разность температур по толщине стенки, скорость прогрева барабанов и паропроводов и т.п.).

Пуск котла-утилизатора из холодного состояния характеризируется высокими температурными напряжениями в толстостенных элементах (барабан высокого давления (БВД), паропровод острого пара) при прогреве этих элементов. Пуск из холодного состояния, как и пуски из неостывшего и горячего состояний, складывается из следующих этапов:

1. Вентиляция газохода;
2. Выход газовой турбины на холостой ход с последующей синхронизацией генератора с набором минимальной нагрузки ГТ;
3. Подъём нагрузки от минимальной нагрузки ГТ до нагрузки ГТ соответствующей нижнему порогу регулировочного диапазона.

При пуске из холодного состояния наиболее сложным для КУ является выход газовой турбины на холостой ход с последующей синхронизацией генератора с набором минимальной нагрузки ГТ, поскольку влиять на скорость роста температуры дымовых газов не представляется возможным. Так, например, при пуске газотурбинной установки SGT5-4000F температура дымовых газов на входе в КУ находится на уровне 320-350 °С. Учитывая то, что теплосъем на пароперегревателе высокого давления в начальный момент пуска равен нулю, такой же уровень температур дымовых газов устанавливается и на входе в испаритель высокого давления, данный фактор влияет на скорость роста температуры насыщения в БВД. Для сглаживания кривой роста температуры насыщения в БВД, согласно нашему расчётному анализу технологии пуска котлов-утилизаторов подтверждённому опытно-промышленной эксплуатацией, необходимо делать выдержку по времени между окончанием выхода на холостой ход и синхронизацией электрогенератора с сетью. Однако пуск современных ГТУ реализован таким образом, что синхронизация электрогенератора происходит в автоматическом режиме без участия оператора и в этот режим не закладывается выдержка по времени. В этом случае выдержку по времени для стабилизации роста температуры насыщения в барабане высокого давления необходимо делать после выхода газовой турбины на минимальную нагрузку. Для минимизации скорости роста температуры насыщения в барабанах на паропроводах предусмотрены линии сброса пара в

атмосферу, сгенерированного в начальный момент пуска. В момент сброса сгенерированного пара в атмосферу параллельно идёт прогрев паропровода острого пара. После достижения необходимой температуры металла паропровода осуществляется закрытие пусковых линий из паропровода, и дальнейший сброс пара осуществляется через БРОУ в конденсатор ПТ. Процесс подъема давления перегретого пара до «толчковых» параметров и регулирование скорости роста температуры насыщения в БВД осуществляется с помощью БРОУ ВД.

Пуски из горячего и неостывшего состояния характеризуются меньшими термическими напряжениями и, соответственно, при наличии избыточного давления в БВД отсутствует лимит по росту температуры насыщения в БВД. При этом данные виды пусков требуют повышенного внимания со стороны оператора энергоблока. Одной из наиболее вероятных причин аварийного останова энергоблока во время пуска является либо резкое повышение, либо резкое снижение уровня воды в одном из барабанов. Основной причиной останова в этих случаях является неотлаженная работа эргатической системы управления энергоблоком. Резкому повышению уровня воды в барабане способствует резкое открытие БРОУ или резкое открытие линии сброса пара из пароперегревателя сопровождаемое резким снижением давления в барабане. Резкое снижение уровня воды в барабане является следствием чрезмерно высокого роста давления в тракте, к которому зачастую приводит несанкционированное закрытие БРОУ без участия оператора, либо резкое закрытие оператором линии сброса пара в атмосферу.

В процессе штатной работы энергоблока в полном составе основного оборудования, котлы-утилизаторы показывают высокие показатели, как по производительности, так и по манёвренности. В последнее время к энергетическому оборудованию, особенно к основному оборудованию энергоблоков ПГУ предъявляются высокие требования по манёвренности. Наиболее сложным испытанием с точки зрения выполнения требований по манёвренности для котла-утилизатора является опыт по отключению энергоблока от сети при номинальной нагрузке с выходом на нагрузку собственных нужд. В результате такого опыта, особенно это относится к КУ предназначенных совместно с ГТУ фирмы Siemens, происходит резкое снижение температуры дымовых газов на входе в котёл-утилизатор от 570÷580°С до 400÷450°С. Соответственно происходит и резкое снижение температуры перегретого пара высокого давления и горячего промперегрева. В условиях такого термостресса работает главная паросборная камера и её элементы. Для обеспечения надёжной работы паросборной камеры в таких режимах применяются импортные стали, позволяющие выполнить коллектор с меньшей толщиной стенки. Обеспечение работы котла-утилизатора в работе при выходе энергоблока ПГУ на холостой ход или на собственные нужды во многом зависит от правильной работы автоматики энергоблока в целом.

При вводе котла-утилизатора в промышленную эксплуатацию специалисты БФ ОАО ТКЗ «Красный котельщик» осуществляют авторский надзор на каждом этапе освоения. Одним из этапов является проверка соответствия тепловой изоляции основных трубопроводов и газоходов КУ требования правил технической эксплуатации. Для организации контроля качества тепловой изоляции применяется тепловизионное обследование всех элементов КУ аттестованными специалистами сертифицированным и поверенным в установленном порядке оборудованием. Нередко приходится сталкиваться с замечаниями Заказчиков, связанных с тем, что в процессе эксплуатации не удаётся обеспечить температуру в котельном отделении на уровне 25 °С. Выполненный систематический анализ замечаний подобного рода показывает, что повышению температуры в котельном отделении способствую следующие факторы:

1 – отсутствие должного воздухообмена в котельном отделении (проект вентиляции не позволяет обеспечивать приток свежего воздуха в котельное отделение в зимний период);
2 – неучтённые неконтролируемые тепловые потоки (перетоки воздушных масс из турбинного отделения);
3 – увеличенные тепловые потоки от обшивки котла-утилизатора в местах монтажных стыков (неверно выполненный монтаж тепловой изоляции на площадке строительства);
4 – повреждения компенсаторов тепловых перемещений при монтаже;
5 – теплоизоляционные работы трубопроводов выполнены не в полном объёме.

Указанные выше причины повышенной температуры в котельном отделении так же служат причинами возникновения зон повышенной температуры на поверхности обшивки котла-утилизатора.

Всё сказанное выше показывает, что за период освоения технологии проектирования и изготовления котлов-утилизаторов по лицензии американской компании NOOTER/ERIKSEN с учётом опыта эксплуатации, специалистами БФ ОАО ТКЗ «Красный котельщик» получен неоценимый опыт, который позволяет выполнить техно-рабочий проект котлов-утилизаторов, отвечающих современным требованиям, предъявляемым к основному оборудованию для энергоблоков ПГУ.

Силовые машины, ОАО
Россия, 195009, г. Санкт-Петербург, ул. Ватутина, д.3, Лит. А
т.: +7 (812) 346-7037, ф.: +7 (812) 346-7035
mail@power-m.ru www.power-m.ru

Проектирование паровых турбин ЗАО «Уральский турбинный завод» для реконструкции, модернизации и нового строительства электростанций с применением современных технологий. (ЗАО «Уральский турбинный завод»)

ЗАО «Уральский турбинный завод»,
Култышев А.Ю. к.т.н., Шибаев Т.Л. к.т.н., Сахнин Ю.А., Степанов М.Ю., Самойлов О.А.

ЗАО «Уральский турбинный завод» (ЗАО «УТЗ») постоянно совершенствует свой опыт в разработке и производстве паровых турбин, расширяя перечень решений для широкого круга задач. Все более востребованными рынком энергетики, переживающим в последние годы период обновления, становятся продукты для модернизации объектов генерации, позволяющие повысить их эффективность и безопасность. Не менее актуальным остается и вопрос оснащения вновь вводимых мощностей оборудованием, отвечающим высоким современным требованиям.

Различная степень глубины реконструкции электрических станций и индивидуальные особенности вновь строящихся объектов ограничивают применение универсальных решений. Но специалисты ЗАО «УТЗ», опираясь на многолетний опыт и собственные исследования, находят смелые инженерные решения, позволяющие реализовать требуемые технико-экономические характеристики.

Проектирование паровых турбин с использованием CAE-пакетов инженерного анализа

Для удовлетворения все возрастающих требований к экономичности, надежности, маневренности энергетического оборудования все большее применение при проектировании и оптимизации конструкций, разработке схем и вопросов эксплуатации энергетического оборудования применяются CAE-пакеты инженерного анализа на базе численного моделирования.

На сегодняшний день на ЗАО «УТЗ» при проектировании паровых турбин и турбинного оборудования, а также при их сопровождении в эксплуатации, решается широкий спектр инженерных задач не только по динамике и прочности, тепловому и газодинамическому анализу, но и сложные междисциплинарные задачи. Расчеты, а именно их точность, быстрота и широкие возможности, являются одной из ключевых составляющих конкурентоспособности современных разработчиков турбинного оборудования. В то время как конструкторская и технологическая подготовка производства оборудования влияет скорей на затраты предприятия и себестоимость продукции, расчеты влияют на возможность выхода на определенные рынки, конкурирование по уровню техники и привлекательности продукции, а следовательно на возможную конечную стоимость продукции. С учетом этого в настоящее время на ЗАО «УТЗ» запущен проект по сокращению времени проектирования новых паровых турбин с повышением точности расчетов, как за счет автоматизации расчетов при эскизном проектировании, так и автоматизации методик трехмерного математического моделирования с возможностью создания процедур автоматической оптимизации конструкции.

Значительный объем задач инженерного анализа проводится для создания проектов паровых турбин и проектов для модернизации станций с заменой отработавшего свой парковый ресурс оборудования.

Паровая турбина **Т–125/150–12,8** (продольный разрез – см. рис. 1) продолжает развитие семейства турбин Т-100, включающее в себя базовую турбину Т–120/130–12,8–8МО и ее модификации [1]. Этот проект предлагается как для реновации и реконструкции уже установленных турбин серии Т-100, так и для полнокомплектной поставки взамен устаревшего оборудования или строительства нового.

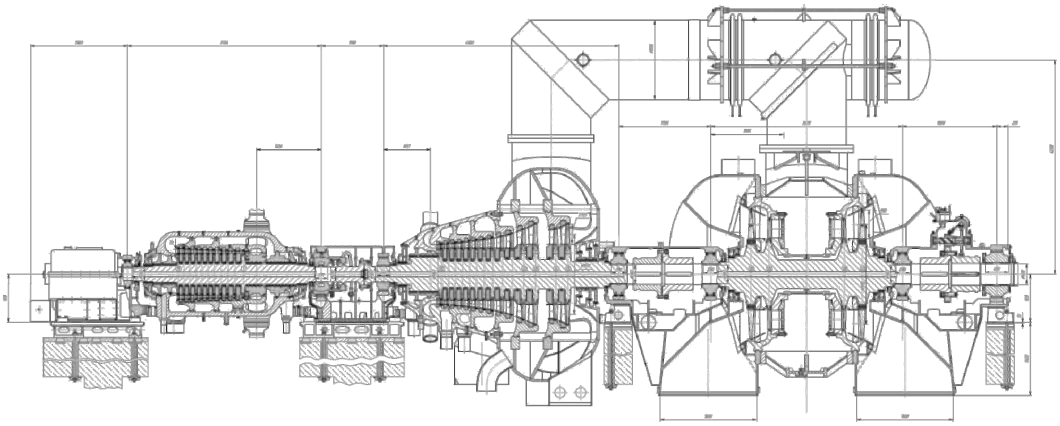


Рис. 1. Продольный разрез турбины Т-125/150-12,8

В рамках данного проекта полностью переработана конструкция цилиндров высокого, среднего и низкого давлений, их опор, роторов, узлов парораспределения.

Проведены расчеты в CAE-пакетах на прочность и плотность всех корпусов цилиндров турбины, по результатам которых определены оптимальные материалы и геометрия узлов. Для сокращения времени

расчета при моделировании таких узлов, как внутренний корпус цилиндра высокого давления, применена процедура осевой симметрии. Выполнено газодинамическое совершенствование паровпускных и выхлопных камер цилиндров, камер отборов, регулирующих и стопорных клапанов. Оптимизация данных узлов имеет большое значение с точки зрения экономичности и надежности работы турбины, поэтому исследование их обтекания в настоящий момент является обязательным мероприятием при новом проектировании.

В рамках проработки данного проекта также выполнена работа совместно с Институтом проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины (г. Харьков) по газодинамической оптимизации проточной части цилиндра среднего давления с трехмерной разработкой новых профилей рабочих и направляющих лопаток с переменными по высоте сечениями. По результатам проведенного расчетного исследования получены профиля с более монотонными от ранее применяемых графиками распределения статического давления на поверхностях, почти полностью исключены отрывы потока в меридиональной плоскости. В результате суммарный внутренний КПД проточной части цилиндра среднего давления составил ~ 92%, что на ~ 3% выше ранее применяемой.

Одной из важных сдаточных характеристик, отвечающих за надежность и безопасность лопаточного аппарата, является частота собственных колебаний рабочих лопаток. С целью определения частот собственных колебаний рабочих лопаток и подтверждения соответствия данной характеристики критериям надежности проведены в полном объеме статические и модальный анализы в CAE-пакетах для новой спроектированной проточной части цилиндра среднего давления турбины. В результате учтено влияние различных опасных факторов на вибрационное состояние турбины и выполнена соответствующая вибрационная отстройка.

В части низкого давления был проведен численный анализ течений в выхлопных патрубках турбины с целью их совершенствования. В результате удалось получить простой при производстве и при реконструкции в условиях станции выхлопной патрубок со сниженным коэффициентом полных потерь.

Результатом этой работы стало увеличение мощность турбины, улучшение ее экономичности, маневренности, надежности и технологичности в производстве. Примененные в турбине конструкторско-технологические решения позволяют достичь высоких технико-экономических показателей, соответствующих самому современному мировому уровню.

CAE инженерный анализ широко применялся при создании и другого проекта ЗАО «УТЗ» – новой паровой турбины **Т–295/332–23,5**, предназначенной для замены исчерпавшей свой ресурс турбины Т–250/300–240 ТЭЦ-22 Мосэнерго (продольный разрез – см. рис. 2).

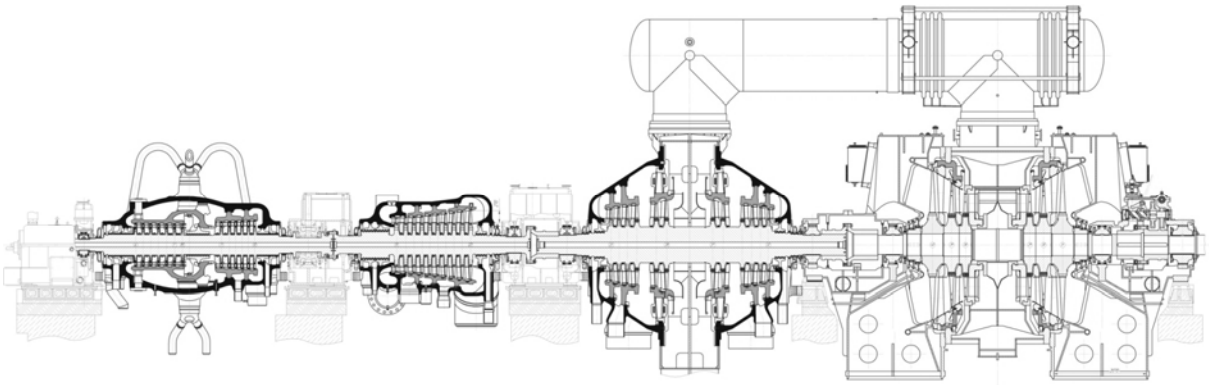


Рис. 2. Продольный резрез турбины Т-295/335-23,5

К конструкции этой турбины предъявляются жесткие требования по надежности, экономичности и маневренности оборудования. В частности, турбина должна быть спроектирована на параметры пара 565/565 ºС, полный назначенный ресурс поставляемых деталей турбины, работающих при температуре выше 450 °С и выше, должен составлять 250 тыс.часов. При этом турбина должна участвовать как первичном, так и во вторичном регулировании мощности энергосистемы.

Численный анализ применялся для комплексной оптимизации цилиндров высокого и среднего давления турбины. Выполнено газодинамическое совершенствование паровпускных и выхлопных камер цилиндров, блоков стопорно-регулирующих клапанов, облопачивания проточной части. Проведен прочностной анализ новых корпусов с учетом их работы при повышенных начальных параметрах пара, для которых были применены новые жаропрочные стали с улучшенными характеристиками. В полном объеме проведены статический и модальный анализы новых рабочих лопаток проточных частей высокого и среднего давлений.

Изменение начальных параметров пара, характеристик ступеней проточной части, изменение типа уплотнений и применение новых материалов основных частей потребовало проведение точного расчета

температурных полей турбины для уточнения зазоров в проточной части и оптимизации схемы тепловых расширений и перемещений цилиндров и корпусов.

Результатом проведенной работы стало увеличение мощность турбины, увеличение ее тепловой нагрузки, повышение маневренности и надежности. Повышение КПД турбоустановки составляет 4%.

Характеристики упомянутых выше турбин представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры паровых турбин ЗАО «УТЗ»

Наименование параметра	Тип турбины		
	К-65-12,8	Т-125/150-12,8	Т-295/335-23,5
Мощность, МВт: - номинальная/максимальная - на максимальном конденсационном режиме	 61,5 65	 126/147,5 147,5	 295/335 335
Свежий пар: - давление, МПа - температура, °С расход, т/ч: - номинальный/максимальный - на максимальном конденсационном режиме	 12,8 555 223 237	 12,8 555 515/515 515	 23,5 565/565 995/1030 980
Номинальная отопительная тепловая нагрузка, Гкал/ч	–	188	372,5
Максимальная отопительная тепловая нагрузка, Гкал/ч	18	197	382
Давления в отопительных отборах, МПа - верхнем (двухступенчатый подогрев сетевой воды) - нижнем (одноступенчатый подогрев сетевой воды)	 – –	 0,059-0,245 0,049-0,196	 0,059-0,196 0,049-0,147
Расход охлаждающей воды, $м^3$/ч Температура воды на входе в конденсатор, °С	7000 15	16000 20	28000 20
Давление в конденсаторе на максимальном конденсационном режиме, кПа	5,7	5,9	6,2
Температура питательной воды на номинальном режиме, °С	232	234,5	273

Разработка новых проектов паровых турбин ЗАО «УТЗ» с применением модульного проектирования

На ЗАО «УТЗ» в настоящее время при разработке новых проектов паровых турбин применяется системный подход модульного проектирования, используя принцип конструктора LEGO, с большой долей унификации узлов от серийных конструкций, но и индивидуальной проработкой под параметры заказчика узлов, отвечающих, в основном, за технико-экономические показатели [2]. В результате, использование такого подхода позволяет значительно сократить срок изготовления турбин, уменьшить объем конструкторской и технологической подготовки производства, сократить объем производимой оснастки и приспособлений.

Модульный принцип проектирования широко применялся для разработки нового проекта паровой турбины **К–65–12,8** для Сахалинской ГРЭС-2 и Приморской ТЭС и для проекта турбины **Т–40/50–8,8** [3], разработанной для работы в составе ПГУ-115 Казанской ТЭЦ-1.

Так, например, разработанный для паровых одноцилиндровых двухкорпусных турбин Т-63/76-8,8 [4] и КТ-63-7,7 для работы в составе парогазовых установок ПГУ-230 внутренний корпус цилиндра (рис. 3) применен в турбине Т-40/50-8,8 с изменением проточной части (диафрагм и рабочих лопаток). Внутренний корпус выполнен литой конструкции из стали 15Х1М1ФЛ для указанных выше турбин.

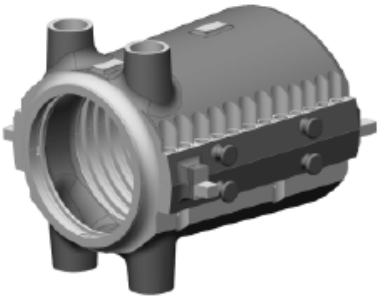


Рис. 3. Внутренний цилиндр

При этом данный узел также конструктивно унифицирован при применении в турбинах К-65-12,8. Корпус изготавливается из жаропрочной стали, что позволяет обеспечить необходимую прочность и плотность с учетом как увеличенного давления свежего пара до 12,8 МПа, так и увеличенного перепада между наружной и внутренней стенкой в 1,3 раза по отношению к аналогам при сохранении его геометрии.

Также при проектировании турбины К-65-12,8 с большой долей унификации применены узлы наружного корпуса цилиндра. Так, паровпускная часть наружного корпуса унифицирована с аналогичным узлом турбины Т-40/50-8,8, средняя часть – разработана новая с учетом наличия дополнительных патрубков отборов пара при сохранении осевого расстояния, выхлопная часть полностью унифицирована с турбинами К-63-8,8, Т-50/60-8,8 и Т-40.

Продольный разрез турбины К-65-12,8 представлен на рисунке 4. Основные параметры турбины сведены в табл. 1.

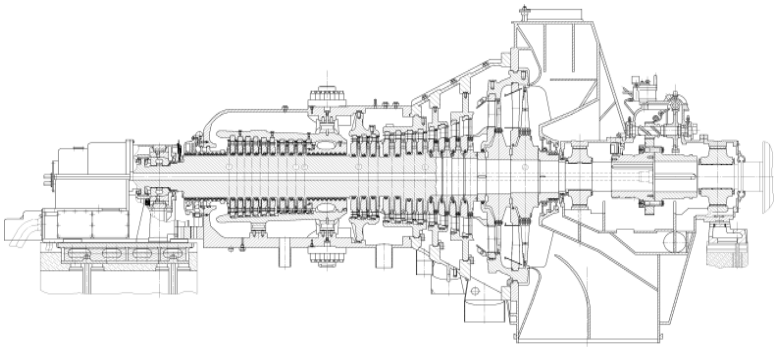


Рис. 4. Продольный разрез турбины К-65-12,8

При проектировании новых турбин с учетом требований заказчиков и под определенную мощность и тип турбины (теплофикационная, конденсационная, противодавленческая) применяется следующий подход (рис. 5) по модульной конструкции:

1.Цилиндр. Паровпускная часть с крепежом (одноцилиндровое исполнение) – варианты для давления свежего пара 8,8 МПа и 12,8 МПа.

2.Цилиндр. Средняя часть с крепежом (одноцилиндровое исполнение).

3.Цилиндр. Выхлопная часть с крепежом (одно-, двух- и трехцилиндровое исполнение) – несколько вариантов под высоту рабочей последней ступени 432 мм, 550 мм, 660 мм, 830 мм и 940 мм.

4.Наружный корпус цилиндр высокого давления (двухцилиндровое и трехцилиндровое исполнение).

5.Паровпускная часть цилиндра: цилиндра среднего давления (трехцилиндровое исполнение); однопоточного цилиндра низкого давления (двухцилиндровое исполнение).

6.Цилиндр среднего давления. Средняя часть (трехцилиндровое исполнение).

7.Двухпоточный цилиндр низкого давления. Паровпускная часть с крепежом (двухцилиндровое и трехцилиндровое исполнение).

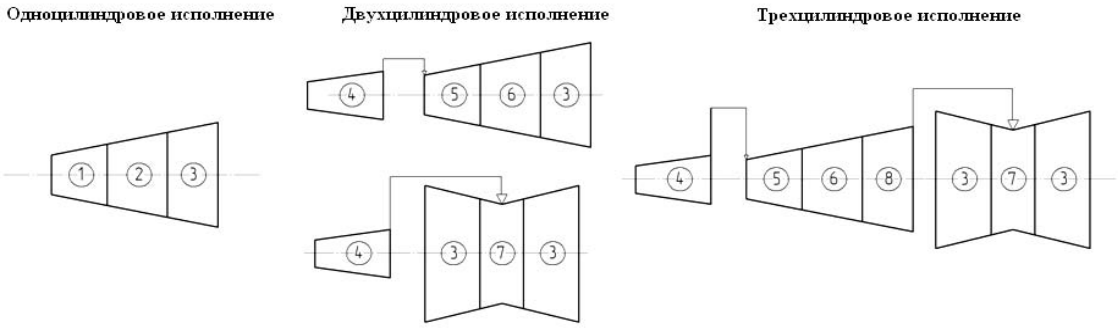


Рис. 5. Подход к модульному проектированию паровых турбин

Применение модульного принципа проектирования в едином информационном поле конструкторско-технологической подготовки производства можно добиться высокой степени автоматизации проектных работ. На ЗАО «УТЗ» для этой цели внедрен и применятся тяжелый САПР Creo/Windchill.

Применение модульного проектирования, готовых и параметризированных унифицированных модулей позволяет поставить на производство новый образец оборудовании, по затратам, срокам изготовления и качеству соизмеримый с серийно выпускаемым.

[1] Теплофикационная паровая турбина Т-125/150-12,8. / А.Е.Валамин и др.// Теплоэнергетика. 2014, №12. С.3-11.
[2] Опыт разработки проектов паровых турбин с использованием унифицируемых модулей/ А.Е.Валамин и др.// Теплоэнергетика. 2014. №12. С.12-15.
[3] Теплофикационная паровая турбина Т–40/50–8,8 для ПГУ-115 / А.Е. Валамин и др.// Теплоэнергетика. 2012. №12. С.13-19.
[4] Теплофикационная паровая турбина Т–63/76–8,8 для серии ПГУ-230/ А.Е.Валамин и др.// Теплоэнергетика. 2012. №12. С. 3-12.

Уральский турбинный завод, ЗАО
Россия, 620017 г. Екатеринбург, ул. Фронтовых бригад, 18
т.: +7 (343) 326-4925, 326-4806, ф.: +7 (343) 326-4985
mail@utz.ru; www.utz.ru

Повышение надежности эксплуатации энергетического оборудования путем очистки, пассивации и консервации с использованием кислорода. (ОАО «ВТИ»)

ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»), Овечкина Ольга Владимировна, Заведующая лабораторией очистки и пассивации теплоэнергетического оборудования ТЭС

СУЩНОСТЬ МЕТОДА

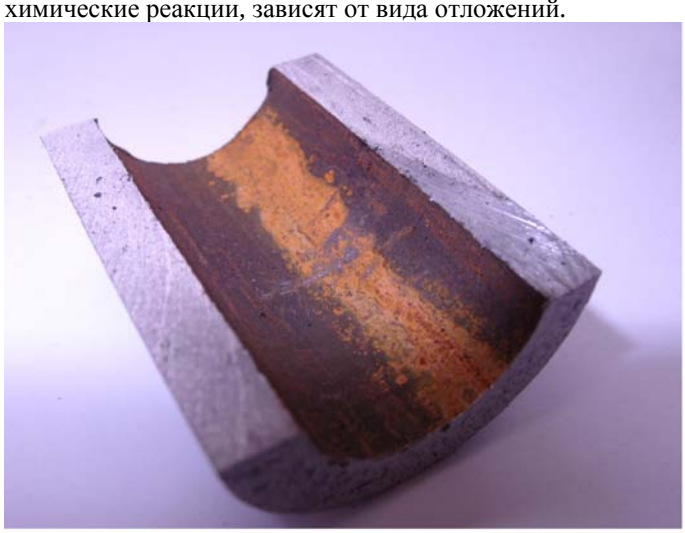
Технология **парокислородной и пароводокислородной очистки, пассивации и консервации** основана на воздействии на загрязненную продуктами коррозии поверхность перегретого пара с кислородом, пароводяной смеси с кислородом или воды с кислородом.

В питательную воду или пар производится дозировка газообразного кислорода. Далее осуществляется продувка внутренних поверхностей оборудования или трубопроводов.

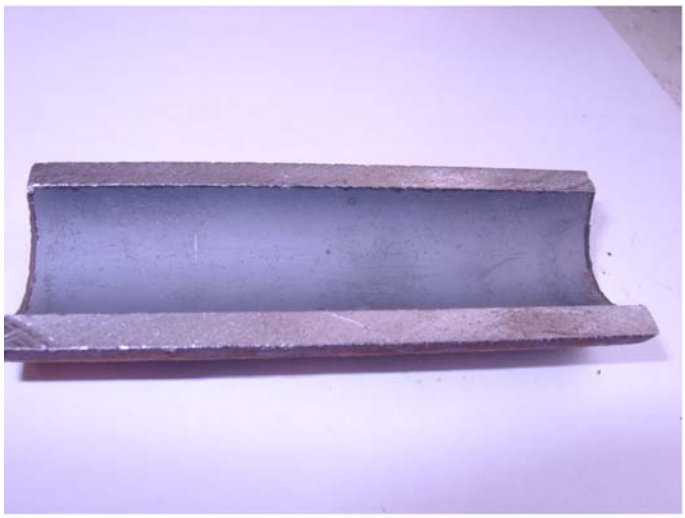
При этом происходит окисление продуктов коррозии, уменьшения их сцепления с поверхностью металла и вынос из очищаемого тракта водой, пароводяной смесью или перегретым паром. На поверхности металла образовывается защитная пленка, которая защищает от коррозии на длительный период работы и при простое оборудования или трубопроводов.

Исследование коррозионной стойкости образованного защитного покрытия на образцах подтвердили устойчивость защитных пленок в течение длительного времени и обеспечение надежной консервации – 5 лет.

Следует отметить, что процессы удаления отложений с поверхностей нагрева, а так же сопровождающие их химические реакции, зависят от вида отложений.

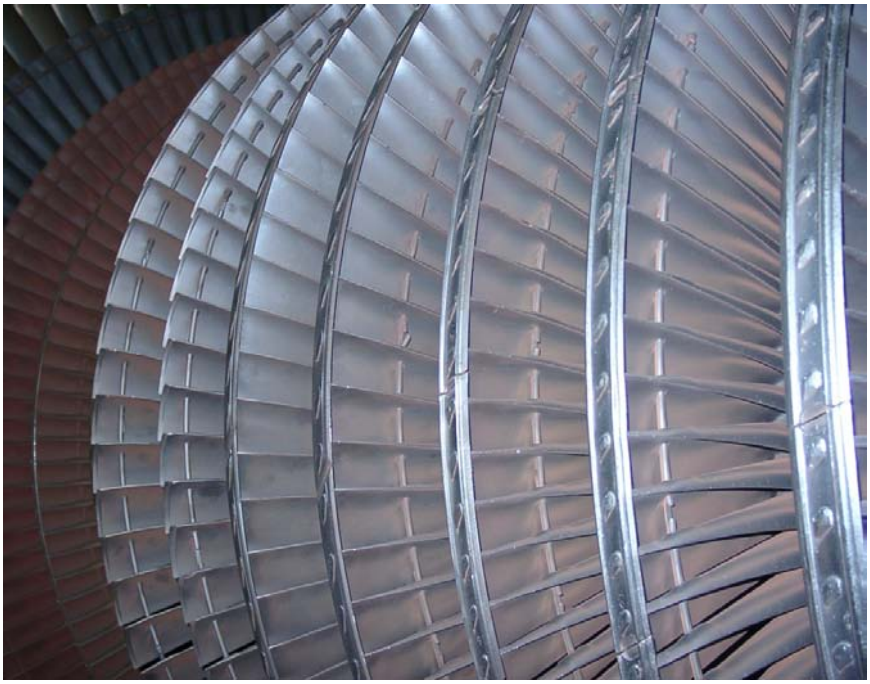


(A)



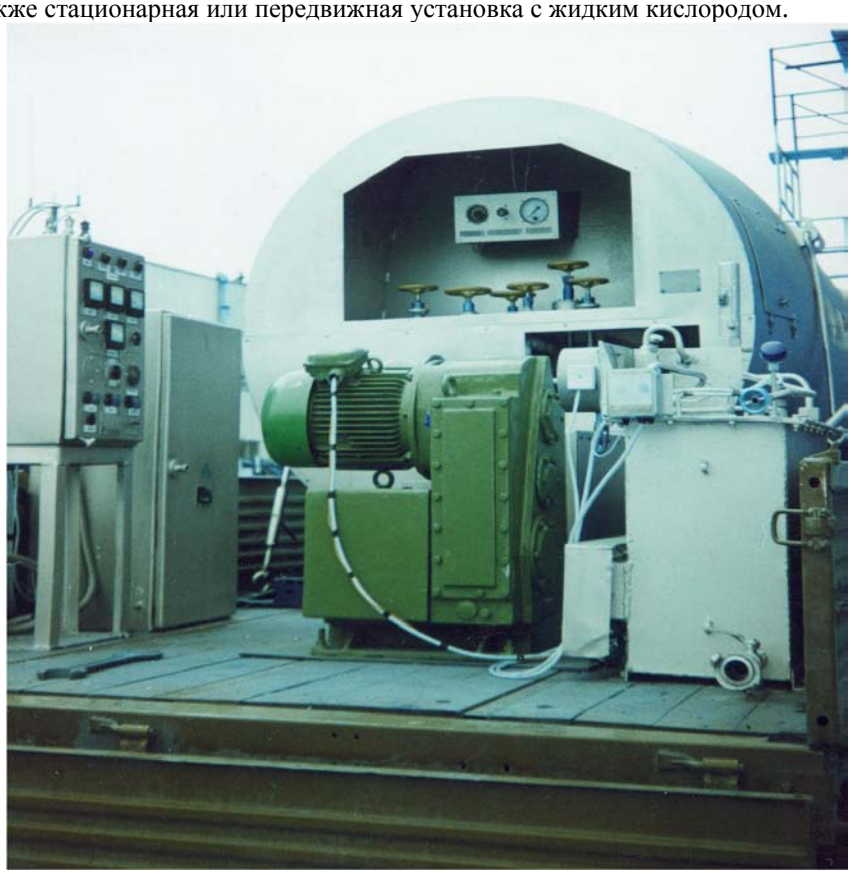
(B)

Фотографии образцов труб котла Каширской ГРЭС до ПВКО (А), после ПВКО (В).



Фотографии турбины К-300-240 после обработки.

Источником кислорода может быть стационарная реципиентная установка с газообразным кислородом, а также стационарная или передвижная установка с жидким кислородом.



Фотография кислородной установки

Фотография передвижной кислородной установки (общий вид).

При проведении работ используются специальная машина и емкость для перевозки жидкого кислорода, оборудованная нагревателем для превращения жидкого кислорода в газообразный и компрессором для подачи кислорода в систему.

ИСТОРИЯ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ

Технологии ПКО и ПВКО разрабатывались специалистами ОАО «ВТИ» для защиты от коррозии энергетического оборудования: котла, турбины, ПВД с водяной и паровой сторон, трубопроводов высокого давления электростанций.

Ранее предпусковые и эксплуатационные промывки пароводяных трактов котельных агрегатов проводились дорогостоящими и дефицитными реагентами, (пищевая лимонная кислота, трилон Б и другие).

Схемы таких промывок имеют значительный расход труб, связаны с большими трудозатратами на монтаж и демонтаж систем очистки.

При проведении химической очистки образуется большое количество стоков, загрязненных химическими реагентами и взвешенными веществами. Химические очистки и применяемые при этом методы пассивации не обеспечивают надежную защиту металла от коррозии.

Одним из основных путей снижения повреждаемости теплоэнергетического оборудования ТЭС, включая поверхности нагрева котлоагрегатов, является поддержание качественного водно-химического режима (ВХР) и внедрение технологии эксплуатационной и предпусковой пароводокислородной очистки, пассивации и консервации (ПВКО, П и К) энергетического оборудования.

Метод парокислородной очистки, пассивации и консервации внутренних поверхностей нагрева энергооборудования был разработан специалистами водного отделения ОАО «ВТИ» и внедрен в 1980 г. на ТЭЦ-25 Мосэнерго совместно со специалистами станции и «Мосэнергомонтажем». За период с 1980 г. по 1992 г. метод был применен на 75 энергоблоках (Ставропольская ГРЭС, Березовская ГРЭС, Экибастузская ГРЭС, Нижневартовская ГРЭС, Харьковская ТЭЦ-5, Абаканская ТЭЦ, Петрозаводская ТЭЦ и др.).

Продолжительные исследования и накопленный опыт позволили усовершенствовать технологию и устранить возникшие трудности при проведении предпусковой и эксплуатационной пароводокислородной очистки, пассивации и консервации поверхностей нагрева энергооборудования и трубопроводов.

Продолжительность обработки зависит от исходной загрязненности обрабатываемой поверхности.

Метод может использоваться для защиты от коррозии поверхностей различного вида оборудования и трубопроводов. Помимо энергетики возможно применение парокислородной и пароводокислородной технологии в других отраслях промышленности, например заводах-изготовителях энергетического оборудования, в химической промышленности, автомобильной, оружейной технике и т.д.

ПРИЕМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ

1. Эффективность

Применение технологии эффективно, т.к. очищает внутренние поверхности нагрева после монтажа и какого-то времени эксплуатации; обеспечивает глубокую пассивацию металла и позволяет отказаться от консервации оборудования во время останова; предотвращает перенос продуктов коррозии по пароводяному тракту энергоблока в пусковых, переменных и стабильных режимах эксплуатации.

2. Экологичность

Технология пароводокислородной очистки, пассивации и консервации обеспечивает экологическую чистоту, т.к. не имеет сточных вод и не загрязняет водоемы.

3. Экономичность

Пароводокислородная очистка, пассивация и консервация обеспечивает высокую экономичность:

- отсутствуют сложные металлоемкие схемы обработки;
- не применяются органические и неорганические кислоты, ранее использовавшиеся для очистки котлоагрегатов;
- исключает трудоемкие работы по монтажу и демонтажу схем и осуществляется в период пуска или останова котлов (энергоблоков);
- не требуются специальные сооружения для приема, переработки и захоронения сточных вод.

Широкое распространение получила технология при частичной или полной замене поверхностей нагрева во время проведения капитальных ремонтов.

Весьма высока эффективность и экономичность пароводокислородных обработок при их выполнении после проведения химических очисток, когда количество отложений более 500г/м^2. Это позволило на ряде ТЭС перейти на применение упрощенных технологий химических промывок с использованием пароводокислородной доочистки, пассивации и консервации.

4. Надежность

Технология пароводокислородной очистки, пассивации и консервации обеспечивает надежную пассивацию микротрещин и язв, ранее имевшихся в металле.

Повышается надежность эксплуатации энергооборудования, вследствие значительного снижения повреждаемости поверхностей нагрева.

Внедрение и успешное проведение пароводокислородной очистки требует глубоких научных знаний технологии процессов очистки, соблюдения техники безопасности при проведении работ, а так же большого опыта использования данной технологии.

В настоящее время специалистами ОАО «ВТИ» технология ПВКО, П и К успешно применена более чем на 300 энергоблоках и отдельных котлах, а также широко внедрена на мощных энергоблоках страны (300, 500, 800 МВт) с котлами СКД или барабанными котлами.

На основе опыта проведения парокислородной и пароводокислородной очистки, пассивации и консервации выпущены методические указания МУ 34-70-128-85, РД-34.37.409-96 и РД 153-34.0-37.411.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манькина Н.Н. Физико-химические процессы в пароводяном цикле электростанции. – М.: Энергоатомиздат, 2008.
2. Манькина Н.Н., Каплина А.В. Паро-водо-кислородная обработка внутренних поверхностей энергетического оборудования // Технические газы. – 2002. - №6.- С.48-51.
3. Манькина Н.Н. Консервация, пассивация и очистка проточной части турбин парокислородной технологией / Н.Н. Манькина, Л.С. Журавлев, А.В. Кирилина, О.В. Семенова, В.Н. Шамко // Теплоэнергетика. – 2002. - №7. – С. 36-38.
4. Н.Н. Манькина, А.А. Гольдин Совершенствование пароводокислородной очистки, пассивации и консервации энергооборудования // Энергетическое станции. – 2007. – №10.
5. Манькина Н.Н. Пароводокислородный метод очистки, пассивации и консервации энергетического оборудования / Н.Н. Манькина, А.А. Гольдин, А.А. Столяров // Теплоэнергетика. – 2008. - №7. – С. 36-39.
6. РД 153.34.0-37.411-2001. Методические указания по эксплуатационной пароводокислородной очистке и пассивации внутренних поверхностей энергооборудования / Н.Н. Манькина, Л.С. Журавлев, А.В. Кирилина, О.В. Семенова. – М.: АООТ «ВТИ», 2001. – 40 с.

ВТИ, ОАО
Россия, 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14
т.: +7 (495) 234-7630, 234-7617, ф.: +7 (495) 234-7427
vti@vti.ru www.vti.ru

Современные методы гидроизоляции и ремонта бетона на объектах энергетического комплекса. (ООО «ТД «Пенетрон-Россия»)

ООО «ТД «Пенетрон-Россия», Снигарьков Евгений Александрович, Технический директор

Доклад будет представлен на конференции 7-8 июня 2016 года.

Группа компаний «Пенетрон-Россия» создана в 1991 году. В настоящее время холдинг является ведущим производителем и поставщиком системы материалов для гидроизоляции сборных

и монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Материалы применяются для устройства и восстановления гидроизоляции существующих и находящихся в стадии строительства монолитных и сборных бетонных конструкций всех категорий трещиностойкости.

Материалы системы «Пенетрон» относятся к так называемой проникающей гидроизоляции и позволяют проводить работы по восстановлению гидроизоляции без откапывания фундамента,

наносить смесь непосредственно на влажный бетон, что удешевляет процесс в 4 раза против традиционных способов защиты бетона от воды.

ТД Пенетрон-Россия, ООО
Россия, г. Москва, Рязанский проспект, д.24, кор.2
т.: +7 (495) 660-5500, ф.: +7 (495) 660-5500
moscow@penetron.ru www.penetron.ru

Сильфонные компенсаторы для объектов энергетики. Основы успешной эксплуатации компенсаторов. (АО НПП «Компенсатор»)

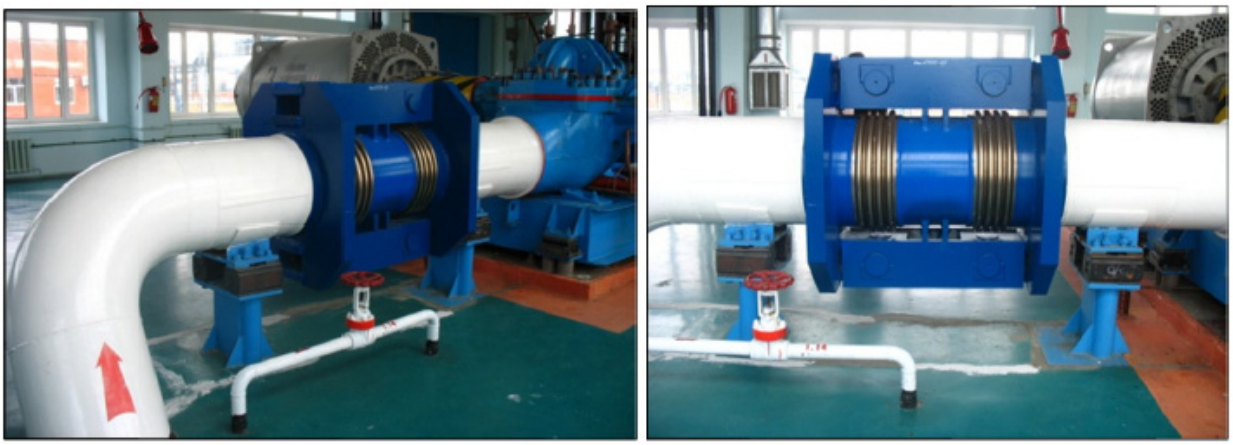
АО НПП «Компенсатор», Рындин Владимир Ярославович, Главный инженер

О заводе:

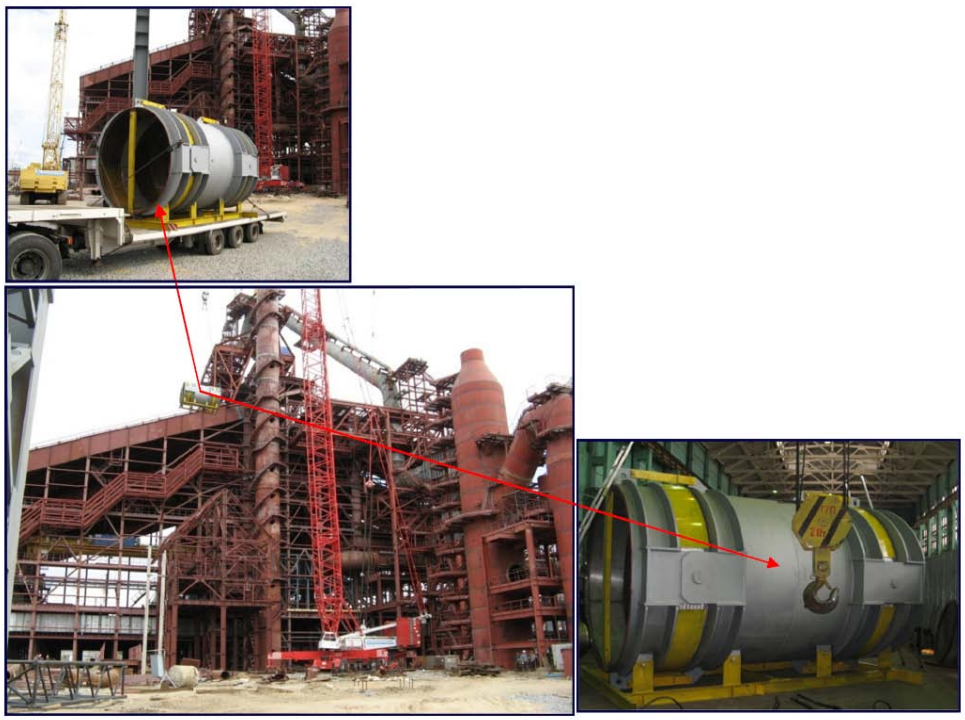
АО «НПП «Компенсатор» более 35-ти лет занимается проектированием и производством сильфонных компенсаторов и сильфонных компенсационных устройств. За время работы завод стал ведущим российским разработчиком и производителем сильфонных компенсаторов и сильфонных компенсационных устройств для различных отраслей промышленности в России и странах СНГ. Изделия поставляются и успешно эксплуатируются на объектах:

- Судостроения;
- Теплоснабжения;
- Энергетики (тепло, электро и атомных станциях);
- Металлургии;
- Криогеники;
- Машиностроения;
- Транспортировки нефти и газа;
- Нефтеперерабатывающей, химической и аэрокосмической промышленности.

Компенсация деформаций трубопроводов в резервуарных парках хранения нефти и мазута с применением сильфонных компенсаторов.



Сдвиговые сильфонные компенсаторы DN 700, 7,5 МПа в обвязке нефтеперекачивающих насосов.



Компенсатор DN 2700 на сруббер домны Новолипецкого металлургического комбината

Разгруженный сильфонный компенсатор с отводом DN 300; 1,6 МПа и сдвиговый сильфонный компенсатор DN 250; 1,6 МПа в обвязке насосов на ТЭЦ.

Сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей (СКУ).
Диаметры от 50 до 1200 мм.

Назначение продукции:

Сильфонные компенсаторы применяют в качестве компенсирующих монтажных элементов для поглощения температурных деформаций трубопроводов, транспортирующих горячие и холодные среды, подвижных вводов в напорных резервуарах и т.д. Они также используются для присоединения напорных и всасывающих трубопроводов к агрегатам (насосам, турбинам, компрессорам, двигателям и т.д.), установленным на эластичных опорах, для снижения вибрационных нагрузок. Сильфонные компенсаторы

герметичны, вакуум-плотны и температуростойки, надежны в эксплуатации и не требуют обслуживания в течение всего срока службы.

Качество:

Производственный комплекс предприятия включает в себя испытательный центр, позволяющий проводить приемочные, сертификационные, квалификационные и другие испытания. Так же в состав предприятия входит орган по сертификации, различных видов промышленной продукции. Сертификацию проводят высококвалифицированные эксперты, компетентность и профессионализм которых подтверждается аттестацией в национальной системе сертификации персонала.

На АО «НПП «Компенсатор» действует система менеджмента качества, основанная на требованиях международного стандарта ISO 9001:2008. Предприятие располагает всеми необходимыми лицензиями и сертификатами для разработки, производства, контроля, испытаний и поставки изделий сильфонной техники и соединительных деталей трубопроводов.

Ассортимент (наименование) выпускаемой продукции

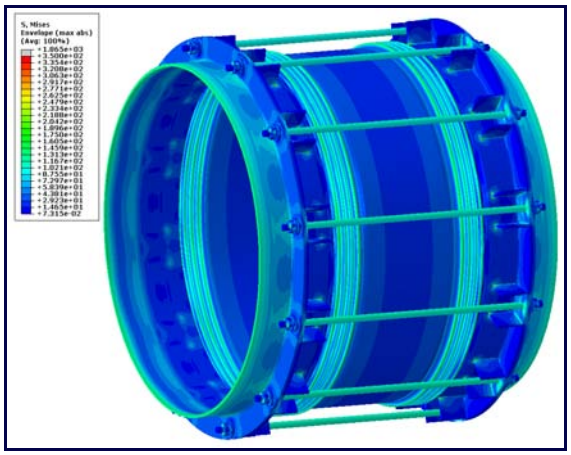
Сильфонные компенсаторы типа ОПН, ОПНР, ОПГ, ОПФН, ОПК, ОПМ, ОПКР, ОПМР, 2ОПКР, 2ОПМР, КСО, КСОР, 2КСО, 2КСОР, НОПН, НОПГ, НОПК, НОПМ, НОФН, НОФГ, НОФК, НОФМ, НОВН, НОВГ, НОВМ, КП, КД, ПОПН, ППП, 2 РПН, 4РФГ, ССК.

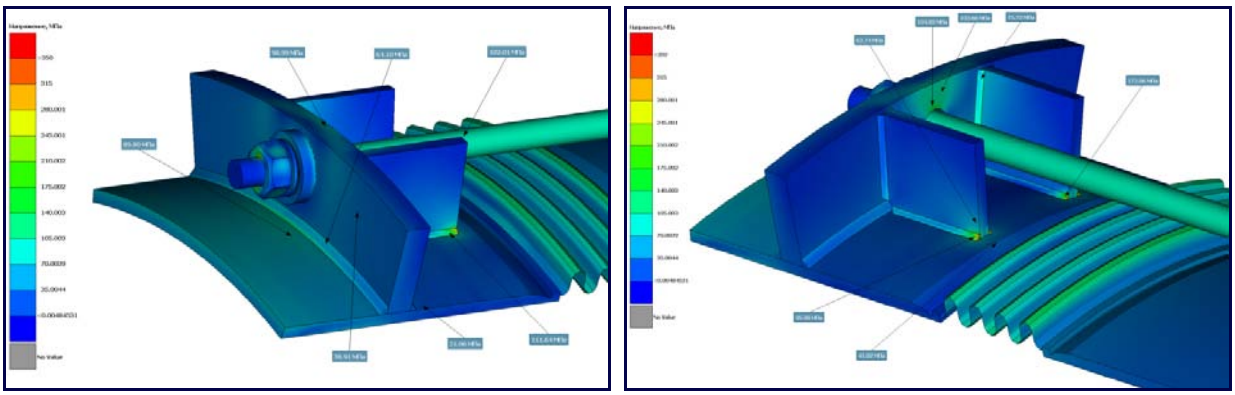
Сильфонные компенсационные устройства (для тепловых сетей) типа СКУ.М, СКУ.МП, СКУ.ППУ.Iа, СКУ.ППМ, СКУ.ППУ, СКУ.ППУ/ПЭ.I, СКУ.ППУ/ОЦ, СКУ.ППУ/ПЭ.II, СКУ.ТГИ, 2СКУ.М, 2СКУ.ППУ.Iа, 2СКУ.ППМ, 2СКУ.ППУ, 2СКУ.ППУ/ПЭ.I, 2СКУ.ППУ/ПЭ.II.

Параметры сильфонных компенсаторов производства АО «НПП «Компенсатор»:

- условный диаметр от 50 до 5000 мм;
- условное давление до 20 МПа;
- температура проводимых сред от -250 °С до +1500°С;
- скорость жидких сред до 8 м/с, газообразных до 120 м/с.
- материальное исполнение – углеродистые и нержавеющие стали, титан.

Накопленный технический потенциал, и применение современных методов конструирования и расчетов конструкций, с использованием систем автоматизированного проектирования позволяют разрабатывать сильфонные компенсаторы на любые, необходимые потребителю, параметры без ограничения как по давлению и температуре, так и по диаметру.



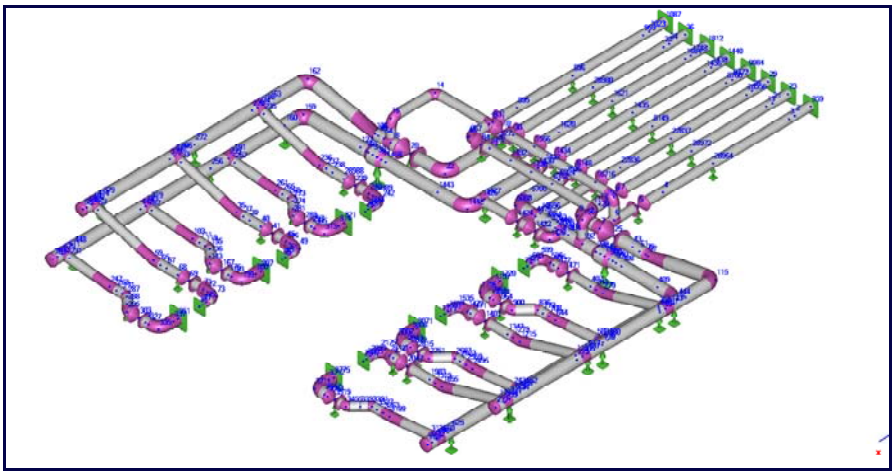


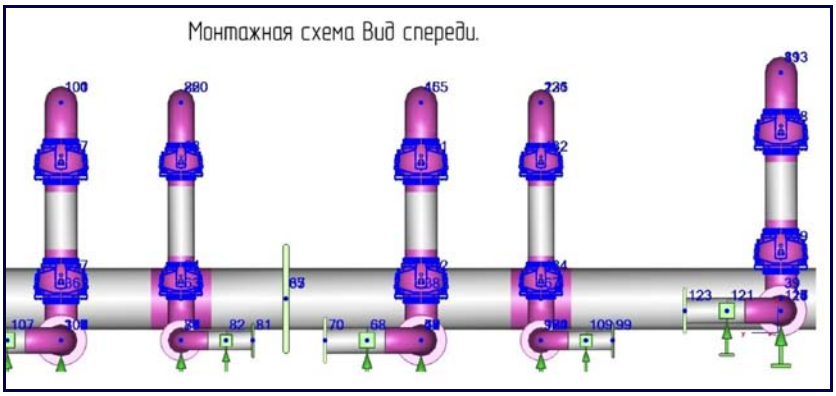
Напряженно-деформированное состояние сильфонного компенсатора DN2340 для Магнитогорского металлургического комбината

Специфичность моделирования и необходимость наличия специальных знаний при расчете трубопроводов с использованием сильфонных компенсаторов требует специализированного подхода к проведению прочностных расчетов. При правильной расстановке сильфонных компенсаторов можно достичь значительных результатов по повышению надёжности и безопасности эксплуатации трубопроводных систем, в том числе путём снижения нагрузок на элементы трубопровода.

Специалисты нашего предприятия готовы осуществить подбор оптимальной компенсационной системы, с использованием специально разработанных для расчетов трубопроводных систем программ DPiPe и ПС «СТАРТ», а так же самих компенсаторов, максимально удовлетворяющих требования прочностного анализа ваших проектов.

Модели СТАРТ





КОМПЕНСАТОР

АО «НПП «Компенсатор»
Адрес: 198096, г. Санкт-Петербург, ул. Корабельная, д. 6
Тел.: +7 (812) 784-16-69; 784-96-92; 784-89-87
Факс: +7 (812) 784-97-30; 784-89-87
E-mail: mail@kompensator.ru
Web: www.kompensator.ru

ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ - ТЕХНОЛОГИИ ГАЗООЧИСТКИ В МЕТАЛЛУРГИИ, ЭНЕРГЕТИКЕ, НЕФТЕГАЗОВОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016»

г. Москва, 27-28 сентября 2016 г., ГК “ИЗМАЙЛОВО”

27-28 сентября 2016г. в ГК ИЗМАЙЛОВО состоится Девятая Международная научно-практическая конференция «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016». Основная задача конференции - презентация новейших технологий и оборудования для установок газоочистки: решения для очистки газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота и других вредных веществ, электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, промышленные пылесосы, системы вентиляции и кондиционирования; современные фильтровальные материалы; вентиляторы и дымососы; конвейеры и пылетранспорт; пылемеры, системы экологического мониторинга, газоанализаторы и расходомеры, АСУТП газоочистки.

В конференции ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА ежегодно принимают участие сотни делегатов от ведущих промышленных предприятий и производителей газоочистного оборудования.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Резинокордовые компенсаторы – основа надежности трубопроводных систем. (ООО «Кронштадт»)

ООО «Кронштадт», Аксеновский Сергей Михайлович, Руководитель проектов, департамент компенсирующего оборудования

Российские проектанты тепловых и атомных станций, конструкторские бюро широко используют резиновые компенсаторы в трубопроводных системах. Также данное оборудование нашло применение в энергетике и в дренажных системах отвода и подвода грунтовых вод. Надежная и эффективная работа резиновых компенсаторов подтверждена их успешной эксплуатацией на тепловых и атомных электростанциях Индии, Франции, Германии, Италии и стран Скандинавии.

Резиновые компенсаторы используются для компенсации температурных расширений и осевых, сдвиговых и угловых смещений, а также являются одним из самых эффективных способов компенсации перемещений трубопроводов при подводе к конденсаторам турбины большого объема охлаждающей воды.

Резиновые компенсаторы широко применяются во многих отраслях промышленности по причине своих разнообразных свойств:

- Компенсация температурных расширений.
- Компенсация осевых, сдвиговых и угловых смещений.
- Звукоизоляция.
- Компенсация неточности сборки трубопроводных линий.
- Уменьшают влияние ударной волны.
- Устойчивы по отношению к вакууму и давлению.
- Коррозионостойкость.
- Надежность и безопасность.
- Долгий срок эксплуатации.
- Не требуют ухода.

Типы резинокордных компенсаторов

Резинокордовые компенсаторы являются одним из самых удачных конструкторских решений для организации подвода большого объема охлаждающей воды к конденсаторам турбины и для применения в оросительных системах. Резинокордовые компенсаторы используются на тепловых и атомных электростанциях Индии, Франции, Германии, Италии и Скандинавских стран для организации подвода и циркуляции воды в трубопроводах АЭС. Резинокордовые компенсаторы при пуске, разогреве и остановке энергетической установки снижают нагрузки и моменты, действующие на парубки конденсатора турбин, уменьшают силы давления трубопроводов на стены турбинного зала, снижают шум и вибрации при работе насосного оборудования.

Резинокордовые компенсаторы с внутренним кольцом устанавливаются в трубопроводных системах с низким давлением, где возникает вакуум. Резинокордовые компенсаторы с несколькими арками применяются для компенсации экстремальных осевых, боковых и угловых перемещений. Стальные фланцы с опорным хомутом и металлическими или армированными кольцами между арками создают плавное движение при компенсации перемещений.

Резинокордовые компенсаторы успешно компенсируют негативное влияние нагрузок, действующих на патрубки конденсаторов турбин АЭС и на патрубки насосов. Например, надежная работа резинокордовых компенсаторов Ditec подтверждена их успешной эксплуатацией на АЭС «Таньвань», а также тепловых и атомных электростанциях Франции и Германии. Качество изготовления резинокордовых компенсаторов подтверждается планами качества и испытаниями на прочность и герметичность в заводских условиях.

Резинокордные компенсаторы изготавливаются из натуральной или синтетической резины. Материалами служат: EPDM, Perbunan NBR, Hypalon CSM, Chloroprene CR, Butyl IIR, Viton и другие. Выбор материала зависит от эксплуатационных условий конкретных трубопроводов. Широко используется резина EPDM, которая представляет собой безопасный материал, в процессе эксплуатации не выделяющий вредных токсичных веществ. После воспламенения резина EPDM «самозатухает» через 17 секунд.

Выбор материала, строительная длина и форма компенсаторов координируется индивидуально с учетом параметров среды: температуры, давления, осевых, боковых и угловых перемещений и усилий. Проектирование элементов сильфона зависит от давления, применяемого в трубопроводе. Важно знать проектное, рабочее и пробное давление, которому будет подвергаться сильфон. Давление должно обязательно приниматься в учет при расчете толщины сильфона, а также соединений компенсатора. Чем выше давление, тем толще должен быть материал сильфона.

Суммарная осевая сила вычисляется согласно нижестоящей формуле:

$$Fx = Fs + Fa = 3.14\times Dm2\times/4\times Pd+fw\times ex$$

Реактивная сила, обозначенная Fs , относится к компенсатору с внутренним давлением. Давление равняется эффективной площади умноженной на рабочее давление (Pd). В тоже время надо учитывать возможные смещения сильфона (Fa), равные постоянному коэффициенту осевой жесткости (fw) умноженному на величину смещения (ex).

Также надо учитывать возможные боковые смещения сильфона (Fl), равные постоянному коэффициенту боковой жесткости (fl) умноженному на величину смещения (el).

Боковая сила вычисляется согласно нижестоящей формуле:

$$Fl = fl\times el$$

Для определения смещений, образующихся в трубопроводной системе во время ее эксплуатации, необходимо определить удлинение трубопроводной системы, которое рассчитывается при помощи нижестоящей формулы:

$$\Delta L= L\times\Delta t\times\alpha$$

ΔL Удлинение (мм)
L Длина трубы (м)
Δt Разница температур
α Коэффициент удлинения (мм/м х ºС)

Важно помнить, что сильфон – это живая конструкция, которая изменяет форму в зависимости от усилий, прикладываемых к нему. Перемещение сильфона можно выразить количественно: осевое перемещение, боковое угловое, а при известных факторах, таких как температура и коэффициент теплового расширения материала трубы можно рассчитать перемещение, воспринимаемое сильфоном.

Определение разрывного давления компенсатора проводится по формуле

$$P = \frac{1}{10}\cdot N\cdot Z\cdot F\cdot\left[\frac{\sin^2 A}{R1}+\frac{\cos^2 A}{R}\right]$$

P - разрывное давление (бар)
N – количество слоев корда
Z – плотность нитей – количество нитей на 1 см
F – разрывная прочность нитей
R – радиус арки (половина диаметра)
R1 – радиус гофра арки
A – угол профиля нитей

Резинокордовые компенсаторы могут быть использованы при работе с агрессивной средой, при температурах до 200ºС. В этом случае внутренняя поверхность обрабатывается силиконом.

Каждый резинокордовый компенсатор проходит испытания на прочность и герметичность. В качестве испытательной среды применяется вода при давлении, в 1,5 раза превышающее расчетное давление.

Обычно в комплект поставки резинокордового компенсатора входят: резинокордовая вставка, арочная перемычка, фланец упорный, фланец ответный патрубки, метизы, установочные чертежи, паспорт изготовителя, инструкции на эксплуатацию, транспортировку, хранение и консервацию, планы качества. Резинокордовые компенсаторы изготавливаются диаметром до 4000 мм. Стоимость производства резинокордового компенсатора, особенно больших диаметров, в несколько раз ниже, чем компенсатора с металлическим сильфоном того диаметра, так как не требуется специального вспомогательного оборудования.

Рис. 1. Резинокордовый компенсатор Ditec (Германия) с несколькими арками.

Рис. 2. Испытания на прочность резинокордового компенсатора.

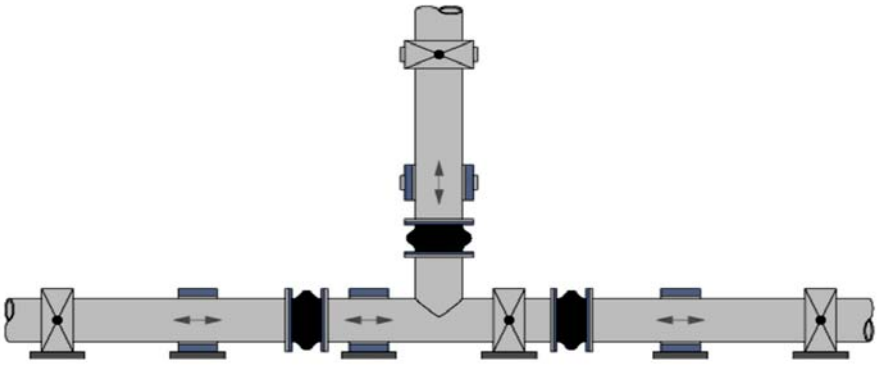


Рис. 3. Установка универсальных резинокордовых компенсаторов для снижения осевых перемещений.

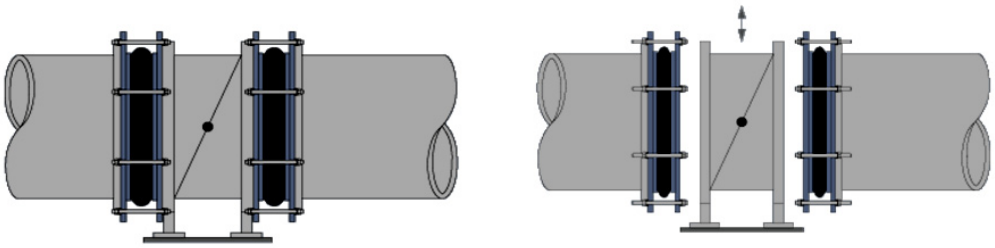


Рис. 4. Установка резинокордовых компенсаторов для монтажа специальных устройств.

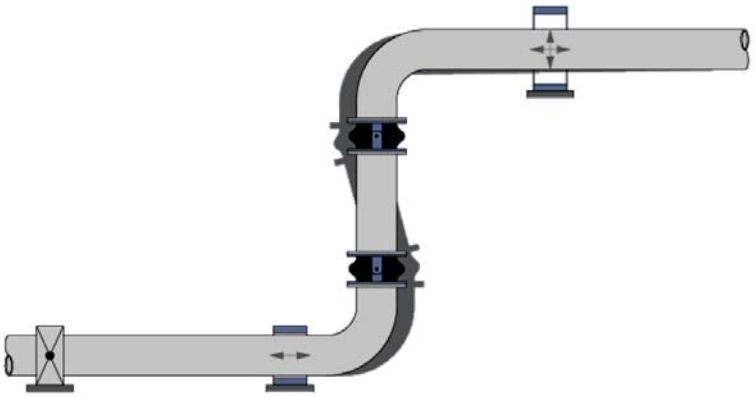


Рис. 5. Установка угловых резинокордовых компенсаторов для снижения угловых перемещений.

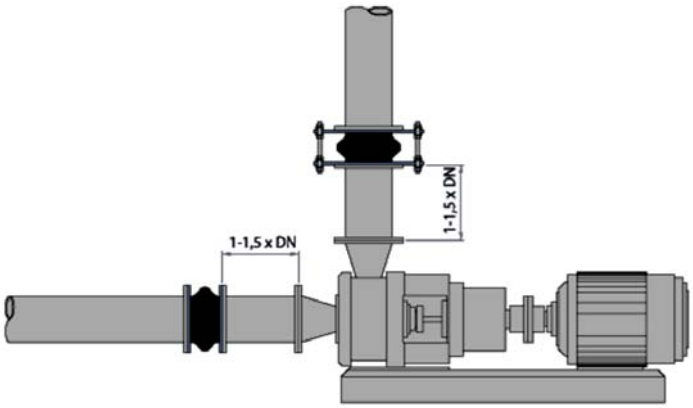


Рис. 6. Резинокордовые компенсаторы для снижения вибраций от насосов трубопроводной системе.

ООО «Кронштадт»
Эксклюзивный представитель Ditec (Германия) на территории России.
199178, Санкт-Петербург, 3-я линия В.О., дом 62, лит. А
тел. (812) 441-29-99, energy@kron.spb.ru
www.promkompens.ru | www.kron.spb.ru

Компенсаторы MACOGA (Испания). (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)

ООО «ТИ-СИСТЕМС», Ермаков Илья Владимирович, Генеральный директор

ООО «ТИ-СИСТЕМС» представляет в России и странах СНГ одного из мировых лидеров в производстве металлических и резиновых компенсаторов испанскую компанию MACOGA. Вся продукции MACOGA сертифицирована в России. Мы предлагаем металлические компенсаторы до 6000 мм в диаметре, резиновые компенсационные устройства до 4000 мм в диаметре. Будем рады ответить на Ваши вопросы.

Все началось в 1960, когда Мануэль Кончейро и его сыновья Марио и Карлос Кончейро основали маленькую компанию по поставке технического оборудования для испанской промышленности. Первые успехи компании дали много интересных идей, которые позже переросли в производство компенсаторов.

В начале 70-х первые компенсаторные устройства были разработаны, произведены и экспортированы компанией **MACOGA**.

На протяжении более чем сорокалетней истории, **MACOGA** были лидерами в разработке технологий и преобразовании этих технологий для использования на рынке. С первых дней **MACOGA** как промышленный дистрибьютор успешно основывались на своих традициях для того, чтобы стать мировым лидером. В течение своей истории мы развили много инновационных технологий, разработка и производство компенсаторов стали нашей профессиональной областью.

Начиная от компенсаторов для двигателей самолетов и до огромных единиц для энергогенераторов, от высокотехнологичных компенсаторов для проектов нефте- и газовой промышленности до простейших единиц для систем обогрева и вентиляции. Сотрудники **MACOGA** специализируются на превращении идей в продукцию и услуги.

Сегодня **MACOGA** является мировым лидером в поставке компенсаторных устройств, а также решении специфических задач. **MACOGA** разрабатывает, производит и производит компенсаторы, соответствующие последнему слову техники.

MACOGA полностью предана контролю качества производства как одному из основных принципов работы. В основе процесса лежит стремление выполнить требования заказчика вовремя. Сотрудники компании непрерывно улучшают свои навыки в разработке и создании качественных продуктов, разрабатывают системы гарантии и практикуются для того, чтобы соответствовать высочайшим стандартам. Конечная цель – продолжать соответствовать мировым стандартам для обоюдной выгоды заказчиков и сотрудников.

Качество – это объект непрерывного улучшения в нашей компании. Достичь эффективности помогает система действий и процессов, направленных на соответствие требованиям компании и заказчика.

Мы стремимся создавать качественный продукт при помощи инноваций и постоянных улучшений. И это стремление касается всех отделов нашей компании от закупки сырья до финальных тестов и контроля, которые проходят все компенсаторные устройства, начиная с контроля разработки до прекрасной эффективности всех отделов.

По Вашему запросу сотрудники ООО «ТИ-СИСТЕМС» готовы представить необходимую техническую документацию, выслать в ваш адрес инструкции по эксплуатации и монтажу, сертификаты, электрические схемы и т.п. информацию

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ИННОВАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

ТИ-СИСТЕМС, ООО
Россия, 141006, Московская область, г. Мытищи, Волковское шоссе, владение 5а, стр. 1,
Бизнес-центр "ВОЛКОВСКИЙ"
т.: +7 (495) (495) 777-4788, 748-9626, 500-7154, 500-7155
info@tisys.ru www.tisys.ru www.tisys.kz www.tisys.by

Аварийные души и фонтаны. Обзор оборудования для промышленной безопасности предприятий различных отраслей промышленности. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)

ООО «ТИ-СИСТЕМС»,
Ермаков Илья Владимирович, Генеральный директор

Не существует полностью безопасных производств. Аварийная ситуация может возникнуть в любой момент, и тогда главное - это надежность оборудования, используемого для устранения ее последствий. Компания "ТИ-СИСТЕМС" предлагает своим клиентам и партнерам продукцию лидеров по производству систем экстренной аварийной промывки и защиты персонала для производств и лабораторий компании Elipsa Lab Carlos Arboles (Испания), ENCON (США), GIA PREMIX (Швеция), KRUSSMAN (Швеция), FSP (Германия):

- Фонтаны для глаз и лица
- Души и душевые кабины
- Комбинированные устройства, души и фонтаны
- Автономные и портативные модели
- Морозостойкие модели душей
- Аварийное оборудование для регионов с холодным и теплым климатом
- Системы сигнализации и контрольные приборы

Ежегодно множество людей во всем мире страдает от последствий несчастных случаев с опасными химическими средствами. Надо быть готовым к такой ситуации и располагать соответствующими средствами первой помощи. Незамедлительный смыв обожженных мест может предупредить утрату зрения, прочие увечья, и даже смерть. Тому служат аварийные души.

Аварийный душ постоянно подключен к водопроводу и достаточно только нажать клапан или дернуть тяж, чтобы привести душ в действие. Сразу же бьет обильным потоком распылительной воды, смывая обожженные места.

Аварийные души надо устанавливать везде, где при производственных процессах существует опасность попадания на кожу вредных веществ (например, кислот, едких щелочей). Опасность существует на химических складах, лабораториях, очистных установках, литейных заводах и в других местах.

Аварийные души должны быть предохранены от коррозии, потому что их монтируют в местах, где выступают едкие и сильно коррозийные вещества. В душах, которые продает наша фирма, все металлические элементы, кроме клапанов, покрытые оболочкой сделанной с полиамида, которая устойчива к действию большинства кислот, едких щелочей, растворов соли, растворителей, масел. На оболочке не образуется иней, не развиваются микроорганизмы и грибы. По желанию заинтересованных сторон высылаем табель химической стойкости. Благодаря интенсивному ярко-желтому цвету оборудование хорошо заметно. Наша фирма обладает также оборудованием из нержавеющей стали.

В случае Вашей заинтересованности, наши специалисты готовы направить в Ваш адрес более полную техническую информацию о данном типе оборудования, каталоги и информационные материалы.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ИННОВАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

ТИ-СИСТЕМС, ООО
Россия, 141006, Московская область, г. Мытищи, Волковское шоссе, владение 5а, стр. 1,
Бизнес-центр "ВОЛКОВСКИЙ"
т.: +7 (495) (495) 777-4788, 748-9626, 500-7154, 500-7155
info@tisys.ru www.tisys.ru www.tisys.kz www.tisys.by

Особенности проверки документации при модернизации оборудования на АЭС Германии. (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Германия)

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (Германия),
ТЮФ Южная Германия
Малкис В., Биндер Ф.

В атомной энергетике Германии имеются ряд отличий от атомной энергетики России, существенно влияющих на порядок проведения надзора.

1. Земельный надзор

Атомные энергетические установки в соответствии с законодательством находятся под надзором не общегосударственных, а земельных надзорных органов. Земельные надзорные органы в свою очередь подчинены непосредственно земельному правительству. Существующие общегосударственные органы собирают важнейшую информацию, консультируют правительство, разрабатывают в т. ч. общие рекомендации для всех АЭС и следит за эксплуатацией отдельных АЭС.

2. Частная собственность.

АЭС принадлежат различным концернам, которые проводят не всегда идентичную экономическую и техническую политику. Исследовательские реакторы принадлежат университетам (союзному государству)

3. Правила АЭС.

Основными правилами для атомной энергетики являются правила КТА, состоящие из отдельных томов по всем направлениям, связанным с эксплуатацией АЭС. КТА не являются государственным документом, а совместным документом, разработанным и согласованным важнейшими заинтересованными участниками - органами надзора (государство), промышленностью, эксплуатирующими организациями, наукой и экспертными организациями (ЭО). Помимо центральных норм КТА, единых для всех атомных установок, и имеющих общий характер, существуют ряд т. н. спецификаций, которые были созданы при строительстве отдельных АЭС (групп АЭС) до принятия общегосударственных КТА. Спецификации зачастую более конкретны.

Надзорный орган выбирает на определенное время (5 лет) ЭО, которая комплексно проверяет станцию и докладывает свое мнение надзорному органу. Экспертная организация не может оказывать эксплуатирующей организации какие-либо другие услуги, помимо экспертизы на которую ее уполномочил надзорный орган. Надзорный орган может «отобрать» у ЭО лицензию на проведение экспертизы, если он не удовлетворен ее деятельностью.

При проведении любой модернизации, в т. ч. при замене элементов оборудования / трубопроводов эксплуатирующая организация сначала информирует надзорный орган и экспертную организацию о намерении провести модернизацию и предоставляет предварительную информацию, в которой отражены наиболее важные технические вопросы и вопросы безопасности. На основании этого сообщения ЭО выдает свое первое заключение, в котором информирует надзорный орган и эксплуатирующую организацию о допустимости и / или условиях проведения модернизации. Положительное заключение является, как правило, достаточным условием для выдачи надзорным органом необходимого разрешения. Разрешение на проведение модернизации дает эксплуатирующей организации основание для конкретных действий, в т.ч. для заказа материалов.

После получения разрешения наступает следующий этап - «Разработка и проверка документации (обоснования)». Два тома КТА - КТА 3201.3 и КТА 3211.3 – прописывают состав документации, подлежащей проверке (ДПП). Как правило, сюда входят прочностные расчеты, новые рабочие чертежи с материалами и предусмотренный контроль. Как правило, эксплуатирующая организация уполномочивает какую-либо проектную организацию для подготовки ДПП. Эксплуатирующая организация подписывает ДПП. Отдельные документы, например, чертежи расчеты и т. п. подписываются проектной организацией и согласовываются эксплуатирующей организацией. На этом этапе ЭО рассматривает представленные документы и выдает свое заключение, в котором сообщает о возможности начала проведении модернизации и / или о наличии замечаний, которые необходимо устранить до начала модернизации или в процессе ее проведения.

На следующем этапе «Проведение модернизации» ЭО экспертные организации контролируют выполнение всех мероприятий, в т. ч. испытаний, путем участия в них или путем проведения собственных испытаний. Испытания проводятся в соответствии с на предыдущем этапе разработанном и согласованном планом.

После окончания работ по модернизации эксплуатирующая организация официально информирует надзорный орган и ЭО о завершении работ. ЭО принимает эту информацию к сведению.

На последнем этапе эксплуатирующая организация завершает оформление документации по модернизации. На этом этапе эксплуатирующая организация информирует надзорный орган и экспертную

организацию о полном завершении модернизации, в т. ч. об устранении всех ранее высказанных замечаний и просит считать модернизацию завершенной. ЭО выпускает заключение, в котором информирует надзорный орган и эксплуатирующую организацию о возможности считать модернизацию завершенной.

Каждое заключение ЭО составляется ведущим экспертом, который несет ответственность за Заключение и является контактным лицом для АЭС. Для составления Заключения он собирает «подзаключения» коллег по тем направлениям, в которых он не является специалистом. Заключение согласовывается руководителем отдела и руководителем проекта.

На дальнейших рисунках показан пример проверки ДПП на примере замены перехода Ду 500 в системе охлаждающей воды на одной из АЭС.

Представленная документация содержит следующие элементы

- Параметры среды,
- Механические нагрузки
- Чертежи (общие виды, детали, изометрии)
- Спецификацию (материалы, покупные детали)
- Прочностные расчеты первичные и вторичные, в т. ч. опор
- Таблица контроля с описанием и инструкциями по проведению
- Таблица сварок с описанием и инструкциями по проведению
- Описание гидроиспытаний / инструкции

Пример чертежа детали и соответствующей геометрии трубопровода представлены на рисунках 1 и 2

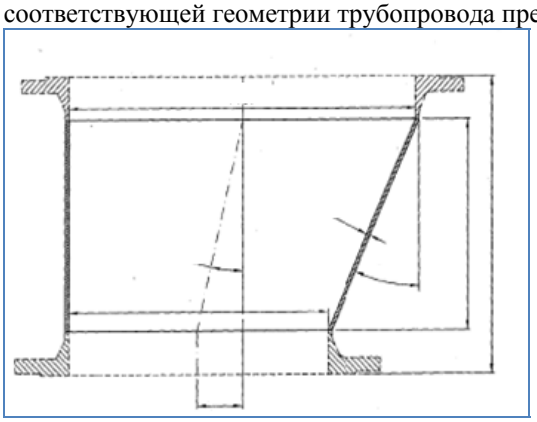


Рис. 1. Чертеж детали

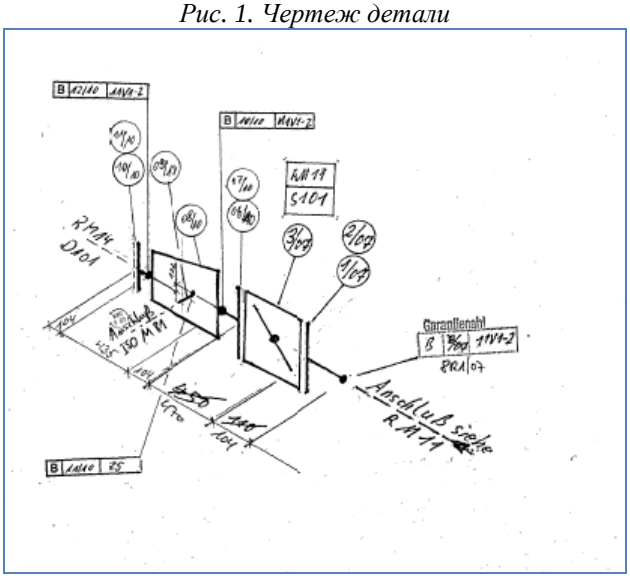


Рис. 2. Геометрия трубопровода

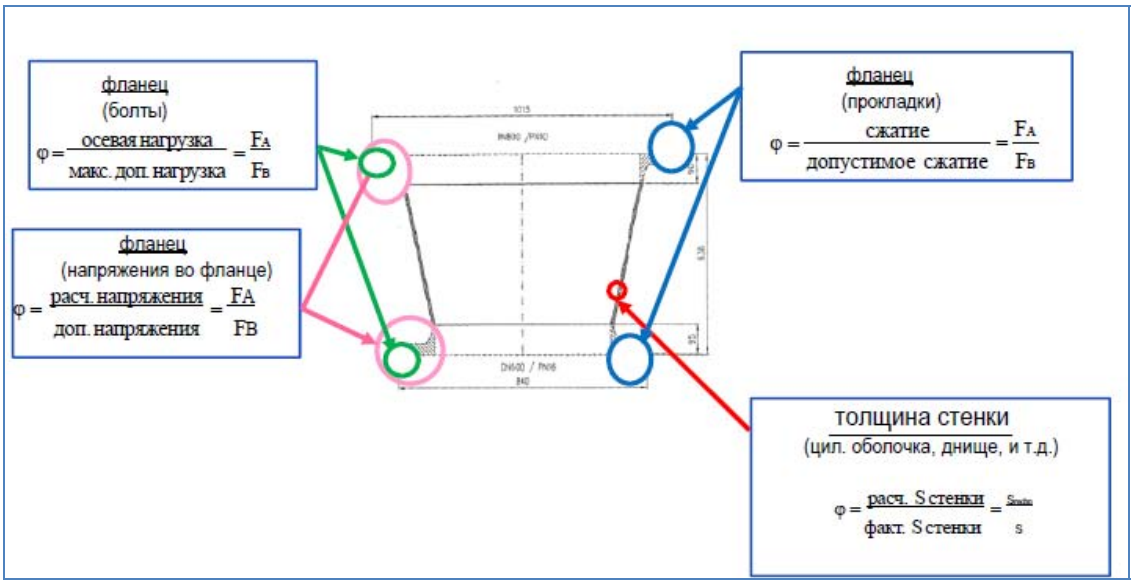


Рис. 3. Проверка расчетов по выбору размеров

Описанная выше проверка документации относится к модернизации оборудования, работающего под давлением. По аналогичной схеме проводится проверка документации при изменениях в электрическом, управляющем, строительном и прочем оборудовании.

Поскольку двуязычные правила КТА имеют широкое применение, то эксперты ТЮФ Южная Германия регулярно выполняют проверку документации по заказу эксплуатирующих организаций и надзорных органов других европейских стран. Наличие обширной нормативной базы и расчетных программ позволяет давать разнообразные рекомендации эксплуатирующим организациям при модернизации.

Примеры таким рекомендаций по возможности замены фланцевых соединений и по возможности оценки срока службы турбины представлены в других докладах настоящей конференции

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Германия, Мюнхен, Westendstrasse 199, 80686
т. +49 89 5791 1108 valeri.malkis@tuev-sued.de; т. +49 89 5791 2985 franz.binder@tuev-sued.de
ф. 49 89 5791 2837
http://www.tuev-sued.de/anlagen-bau-industrietechnik/technikfelder/kerntechnische-anlagen/komponententechnik

О возможности взаимного замещения американских, европейских и российских стандартных фланцев Ду80 для предохранительных клапанов PN64. (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Германия)

TÜV SÜD Industrie Service GmbH, г. Мюнхен, Германия
Валерий Малкис, Эксперт

В работе представлено техническое обоснование возможного замещения стандартных американских, европейских и российских фланцев $Д_у$ 80 / $Р_у$ 64. Для этого было проведено сравнение геометрии стандартных «воротниковых» фланцев по европейским стандартам DIN EN [1], американским стандартам ASME [2] и российским стандартам ГОСТ [3, 4], а также результатов их прочностных расчетов, выполненных по европейским нормам DIN EN 1591 [5, 6] и нормам ASME VIII [7].

Для сравнения были выбраны следующие фланцы:

- американские фланцы по нормам ASME B16.5 – 2013. Тип: Welding Neck Flange. Размер: NPS 3 (соответствует Ду80 [2]). Давление: Class 400 (примерно соответствует 56 бар).
- европейские фланцы по нормам EN 1092-1, Тип 11 - weld-neck. Размер: DN 80. Давление: PN 64.
- российские воротниковые фланцы по ГОСТ 12821-80 и ГОСТ 12815-80. Тип: фланец с соединительным выступом. Исполнение 1. Размер: Ду 80. Давление: Ру 6.4 МПа.

Геометрия и размеры фланцев показана на рисунке и в таблице.

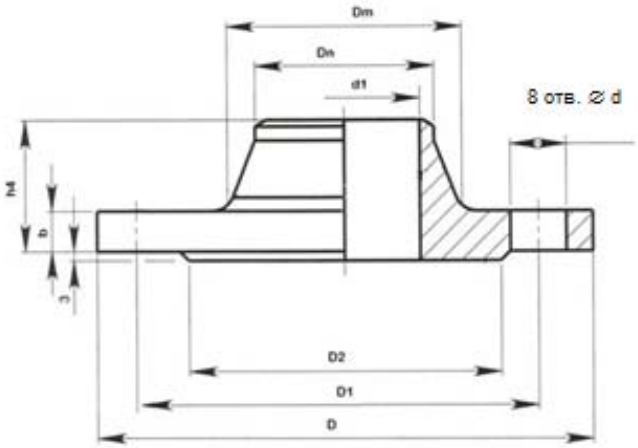


Рис. Фланец с соединительным выступом = Welding Neck Flange

Таблица.

Основные размеры фланцев

	D	D_1	D_2	d	D_m	D_n	d_1	b	h_4
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
ГОСТ	210	170	133	22	120	90	77	27	72
DIN	215	170	138	22	112	88,9	79,9	25	69
ASME	210	168	127	22,23	117	88,9	79,9	31,8	83

Сравнение геометрий указанных фланцев показало следующее:

- наружные диаметры фланцев в месте подсоединения к трубе близки. Так, европейские и американские фланцы имеют одинаковый наружный присоединительный диаметр - ∅88,9 мм, а российские фланцы - ∅90 мм;
- толщины стенок фланцев в месте соединения к трубе близки. У российских и европейских фланцев эта величина составляет 4, 5мм, а у американских 4,775. При этом у американских фланцев толщина стенки зависит от заказчика.
- диаметр по осям отверстий у всех фланцев близки. Так у российских и европейских фланцев этот диаметр одинаков - ∅170 мм. Диаметр по осям отверстий у американских фланцев несколько меньше - ∅168 мм;
- диаметр отверстий под шпильки у российских и европейских фланцев одинаков - ∅22 мм для М20. Диаметр отверстий у американских фланцев несколько больше - ∅22,2 мм.
- толщина «тарелки» фланца у российских фланцев - 27 мм больше чем у европейских фланцев - 25 мм, но меньше чем у американских фланцев – 31,8 мм;
- общая высота фланца у российских фланцев - 72 мм больше чем у европейских фланцев - 69 мм, но меньше чем у американских фланцев - 83 мм.

Для вышеуказанных фланцев были проведены вариантные прочностные расчеты по европейским нормам EN 1591-1 [5, 6] и американским нормам ASME VIII/1 App. 2 [7]. Расчеты проводились для давления воды P = 64 бар и температуры воды T = 250 0C, а также для условий гидроиспытаний (P = 80 бар, T = 20 ^{0}C). Величина дополнительной нагрузки (растягивающая сила) со стороны трубопроводов составляла в расчетах для режима номинальной нагрузки 4,6 кН. Эта величина примерно соответствует усилию, возникающему от внутреннего давления. Такой способ предварительной оценки внешних действующих нагрузок широко используется при проведении прочностных расчетов фланцев в Германии. В расчетах определялся максимальный (по условиям прочности фланцев) момент затяга при одновременном обеспечении класса плотности 0,1.

Расчеты были проведены для следующих материалов:

- Фланец - сталь 1.5415 (16Mo3).
- Прокладка - условная прокладка с минимально необходимым сжатием 5 МПа и максимально допустимым сжатием 200 МПа.
- Шпильки - сталь 8.8.

Расчеты проводились по тестированным программам TEMES и DIMy

Результаты расчетов см. рис 1, выполненных по европейским нормам [5, 6] показали, что наиболее «слабыми» являются европейские фланцы, что, прежде всего, связано с меньшей толщиной стенки фланца и меньшей толщиной тарелки фланца. У этих фланцев максимально допустимый момент затяга составляет около 220 кН*м. Для российских фланцев допустимый момент затяга составляет ок. 250 кН*м, а у американских ок. 300 кН*м. Давление сжатия прокладки во всех фланцах при максимально допустимых моментах затяга не превышает 90°МПа, т. е. является допустимой. Таким образом, расчеты показывают, что с точки зрения прочности европейские фланцы могут быть заменены на российские фланцы.

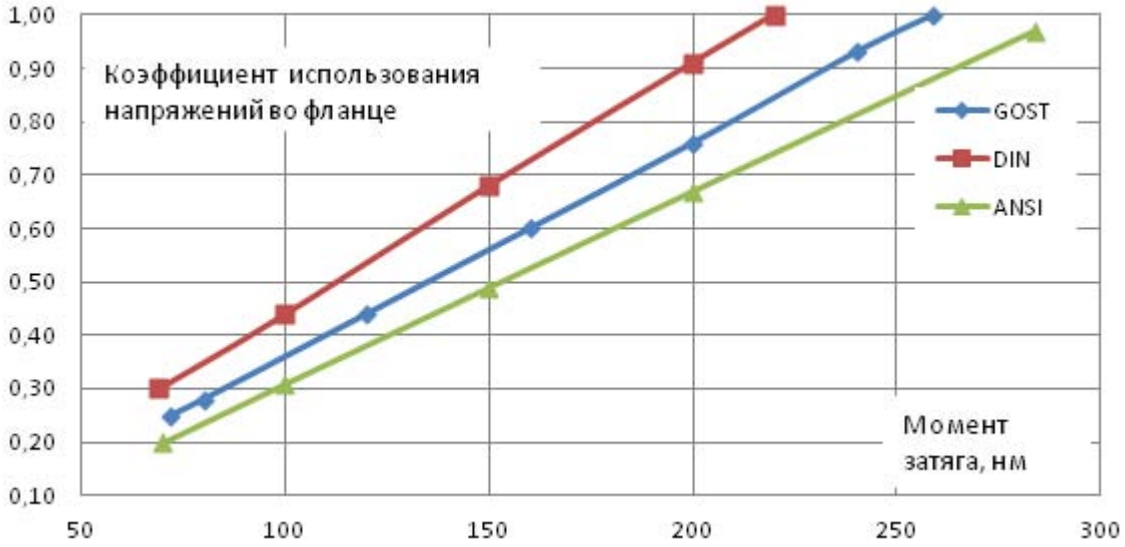


Рис. 1. Сравнение напряжений во фланцах в зависимости от их затяга

На рис. 2 приведена в качестве примера зависимость степени использования (отношение расчетных напряжений к максимально допустимым напряжениям), а также давления сжатия прокладки от момента затяга гаек шпилек для рабочих условий (красная прямая) и для условий гидроиспытаний (желтая прямая). Как следует из рисунка, для того, чтобы обеспечить минимально необходимое давление сжатия прокладки (в данном случае 6 МПа) необходимо приложить момент затяга около 275 кНм. При этом моменте затяга коэффициент использования напряжений во фланце для рабочих условий составляет ок. 85 %.

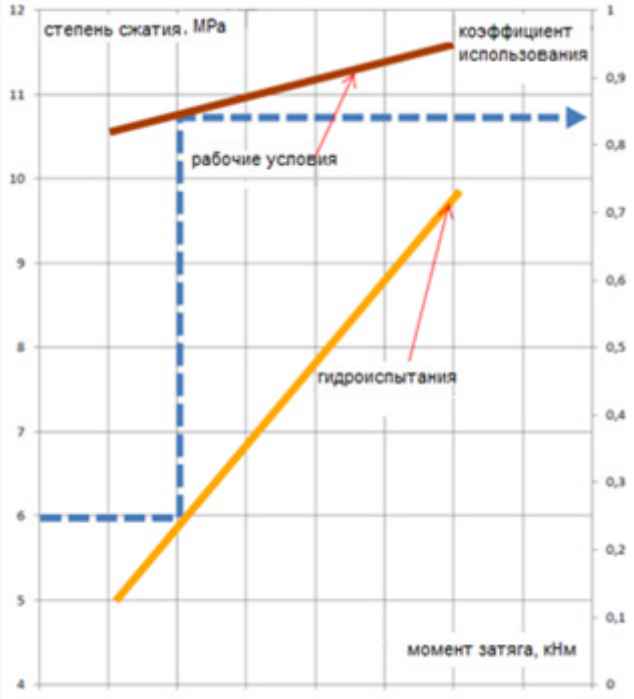


Рис.2. Зависимость степени сжатия прокладки и степени использования напряжений от момента затяга

Проведенные прочностные расчеты стандартных американских, европейских и российских фланцев, выполненные по актуальным европейским и американским стандартам, показывают техническую возможность взаимного замещения этих фланцев.

1. EN 1092-1-2007. Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 1: Steel flanges.
2. ASME B16.5-2013. Pipe Flanges and Flanged Fittings. NPS ½ Through NPS 24 Metric/Inch Standard
3. ГОСТ 12821-80. Фланцы стальные приварные встык на Ру от 0,1 до 20 МПа (от 1 до 200 кгс/см^2). Конструкция и размеры.
4. ГОСТ 12815-80. Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на Ру от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см^2). Типы. Присоединительные размеры и размеры уплотнительных поверхностей.
5. EN 1591-1-2011. Flansche und Flanschverbindungen - Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung - Teil 1: Berechnungsmethode; Deutsche Fassung. EN 1591-1:2001 + A1:2009 +AC:2011
6. EN 1591-1-2013. Flansche und ihre Verbindungen Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung -Teil 1: Berechnung; Deutsche Fassung EN 1591-1:2013
7. ASME Boiler & Pressure Vessel Code. VIII Division 1 App. 2. Rules for Bolted Flange Connections with Ring Type Gaskets, Edition 2015.

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Германия, Мюнхен, Westendstrasse 199, 80686
т. +49 89 5791 1108
ф. 49 89 5791 2837
valerij.malkis@tuev-sued.de;
http://www.tuev-sued.de/anlagen-bau-industrietechnik/technikfelder/kerntechnische-anlagen/komponententechnik

Продление срока службы газотурбинных установок на основе последовательного систематизиро-ванного анализа риска и оценки состояния установки. (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Германия)

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (Германия)
Др.-инж. Штефан Бузе, дипл. –инж. Виланд Хольцер, дипл. – инж. Мартин Винтерштайн
перевод В. Малкис

1 Введение

Немецкий рынок выработки электроэнергии, вследствие массового строительства установок, работающих на возобновляемой энергии, находится на переломе. Обычные электростанции, в частности, установки с газовыми турбинами, вытесняются со средних нагрузок в пиковые. Они применяются как "заполнители дефицита", когда фотогальванические энергетические установки из-за облачности, и/или ветряные электростанции из-за слабого ветра, не могут выдавать в общую сеть полную мощность. Вследствие этого, количество производственных часов работы газотурбинных установок сокращается, в то время как количество пусков может возрастать. С середины 2011 г. оптовые цены на электроэнергию непрерывно сокращаются, тогда как оптовые цены на газ остаются почти постоянными. Это приводит к тому, что ввод новых газотурбинных установок становится все менее целесообразным, а эксплуатирующие организации (ЭО) стремятся эксплуатировать имеющиеся установки дольше, более гибко и с большим количеством пусков, чем первоначально запланировано.

Долговечность основных компонентов газовой турбины, вследствие высоких нагрузок узлов, как правило, ограничена производителем величиной 100000 эквивалентных часов работы (англ. EOH = equivalent operating hours) или 3000 пусков. Как только одна из этих границ достигается, следует проводить оценку срока службы. Типичные интервалы инспекции и обслуживания, основанные на эквивалентных производственных часах или количестве пусков, для более старых типов газовых турбин показаны на рис. 1 (по [1])

Рис. 1. Примеры интервалов инспекций и ревизий для газовых турбин

При решении вопросов, связанных с продлением срока службы, ЭО может выбрать экономически обоснованную стратегию. Основное внимание при этом может базироваться на сохранении или повышении:

- надежности или готовности,
- эффективности,
- производительности,
- безопасности

Минимальным требованием к продлению срока службы является уверенная эксплуатация газовой турбины без угрозы людям. При этом если газовая турбина работает только несколько часов в году, то готовность и эффективность имеют, соответственно, не столь большое значение. Для этого случая, в качестве экономического целевого фактора при продлении срока службы может быть выбрана безопасность эксплуатации. С некоторым преувеличением это означает, что ЭО будет акцептировать возможные поломки машины, не представляющие опасности для персонала. При дальнейшем рассмотрении вопросов продления срока службы указанный аспект безопасности будет играть первостепенную роль.

Предлагаемый подход относится к роторам турбин с дисками и центральным валом. Представленное рассмотрение может быть использовано также и для других конструктивных типов турбины, например, сварная конструкция или моноблок и др.

2 Подход

Предлагаемый подход к продлению срока службы, подразумевающий безусловное исключение человеческой угрозы, представляет собой последовательный систематизированный анализ, состоящий из следующих 5 шагов: - определение граничных условий работы, оценка риска, оценка состояния, расчеты, рекомендации и заключение – рис. 2. Если при определении продления срока службы также необходимо учитывать необходимость поддержания высокой готовности турбины или возможность повышения мощности / КПД, то эти факторы следует определить наряду с оценкой риска во втором шаге.

Рис. 2. Систематизированный подход к разработке концепции определения срока службы

Прежде всего, для оценки срока службы, следует определить граничные условия.

К ним относятся: количество пусков за истекший период эксплуатации, ЕОН, условия эксплуатации (температуры при постоянной эксплуатации, графики изменения температуры при пуске и останове газовой турбины и наличие особых нагрузок, как например, возможность короткого замыкания генератора или превышение числа оборотов), предварительное напряжение вала, проведенные инспекции и ревизии, а также имевшие место повреждения и связанные с этим ремонты. Наличие чертежной документации, включая материалы, также является необходимым.

3 Оценка риска на основе стандартов

Анализ и оценка рисков с точки зрения угрозы человеку могут быть выполнены на основании имеющихся стандартов. Основой этих стандартов является директива по машинам и механизмам 2006/42/ЕС. Практическое внедрение требований директивы изложены в стандарт DIN EN ISO 12100 "Надежность машин - Общие принципы конструирования - оценка риска и уменьшение риска" [2] – рис. 3. Указанный стандарт был опубликован в официальных документах Европейского Сообщества 08.04.2011 г. и с этого момента признан соответствующим директиве. Указанный стандарт относится к т. н. стандартам типа А (основные стандарты безопасности), охватывающим основные понятия, принципы конструирования и общие правила, применяемые к машинам. Этот стандарт является также основой для стандартов типа С (стандарты надежности машин), которые оперируют с конкретными требованиями по безопасности определенных машин или определенных групп машин. Для газовых турбин в качестве стандарта типа С используется стандарт ISO 21789 [3], который наиболее подробно рассматривает безопасность этих установок. Однако согласование с директивой по машинам и механизмам 2006/42/ЕС здесь отсутствует. Основные требования по безопасности с точки зрения указанной директивы приходится рассматривать дополнительно. Стандарт ISO 21789 конкретизирует специфические риски газотурбинных установок, которые следует учитывать, и указывает на возможные мероприятия для уменьшения или исключения этих рисков.

Рис. 3. Пирамида стандартов по безопасности газовых турбин

Для оценки риска по стандарту DIN 12100 нужно сначала установить границы машины. Если какие-либо технические особенности или аспекты безопасности, предусмотренные „Постановлением по безопасной эксплуатации» [4], отсутствуют, то для установления возможности дальнейшей эксплуатации газовой турбины, нужно учитывать только те компоненты и события, которые в самом широком смысле влияют на процессы старения и, вследствие этого, представляют опасность для людей. Для оценки риска согласно DIN 12100 следует рассматривать только те случаи, при которых возможно появление угрозы для здоровья или жизни человека. Сама вероятность возникновения повреждения в этом случае не рассматривается. Важным являются последствия аварии и меры по существенному снижению риска ее возникновения. Основываясь на стандарте DIN 12100 можно провести следующую квалификацию видов угроз

- механические угрозы,
- тепловые угрозы
- электрические угрозы

Прочие опасности, упомянутые в DIN 12100, (шум, вибрация, излучение, материалы и вредные вещества, эргономические опасности, опасности, связанные с окружением машины) не относятся к опасностям, связанным со старением машины. В приведенной ниже таблице 1 представлен пример из таблицы оценки рисков для одного из выполненных проектов.

Таблица 1.

Таблица оценки рисков (механические повреждения)

угрозы			возможность снижения риска
происхождение	причина	последствия	
поломка опоры турбины	ползучесть, малоцикловая усталость (LCF)	при выходе обломков из корпуса, а также при выходе горючего газа и топлива: травмы и, возможно, пожар/взрыв	проверка материала на трещины, дефекты, при необходимости анализ МКЭ (анализ напряжений/усталости, механика разрушений)
обрыв лопатки компрессора	электрохимическая коррозия, эрозия, многоцикловая усталость (HCF)		
обрыв лопатки турбины	окисление, коррозия, эрозия, ползучесть, LCF, HCF		

С точки зрения возможных механических повреждений и угроз для людей, наибольшая опасность потенциально исходит от вращающегося ротора. При этом механические, динамичные и температурные нагрузки отдельных элементов ротора существенно отличаются. С учетом возможной человеческой угрозы принимаются следующие ограничения на возможные повреждения нагруженных конструктивных элементов турбины:

- возможность того, что лопатки в случае их обрыва в пределах рабочего диапазона регулирования числа оборотов, пробьют корпус турбины или разрушат газосодержащие элементы камеры сгорания, должна быть исключена.
- возможность того, что наиболее крупные фрагменты дисков в случае их разрыва пробьют корпус турбины или разрушат газосодержащие конструктивные элементы камеры сгорания в т.ч. при

номинальных оборотах турбины, должна быть исключена. Если приведено доказательство того, что корпус турбины выдержит удар фрагмента диска, то из-за меньших размеров лопатки и, соответственно, её меньшей кинетической энергии по сравнению с кинетической энергией фрагмента диска турбины, тем самым будет учтен и случай обрыва лопатки.

- возможность поломки опоры турбины должна быть исключена.

4 Оценка состояния

Определение состояния высоконагруженного конструктивного элемента проводится неразрушающими методами контроля (НМК). Определение срока службы следует проводить, по меньшей мере, вплоть до последней ревизии перед установленным расчетным образом концом срока службы. Следует заблаговременно планировать необходимые мероприятия при ревизии, чтобы обоснование срока службы базировалось на документально подтвержденных проверенных результатах. Наибольшую ценность представляют результаты НМК при последней проведенной ревизии / инспекции.

НМК представляют собой только часть обоснования срока службы. Другая часть обоснования - это расчетный анализ, выполненный методом конечного элемента (МКЭ). С учетом условий эксплуатации и истории нагрузки может быть установлена степень усталости и ползучести компонентов. Кроме того, анализ МКЭ позволяет провести оценку с точки зрения механики разрушения. Пример совместной проверки НМК и МКЭ проиллюстрирован на рисунке 4 (по [5]).

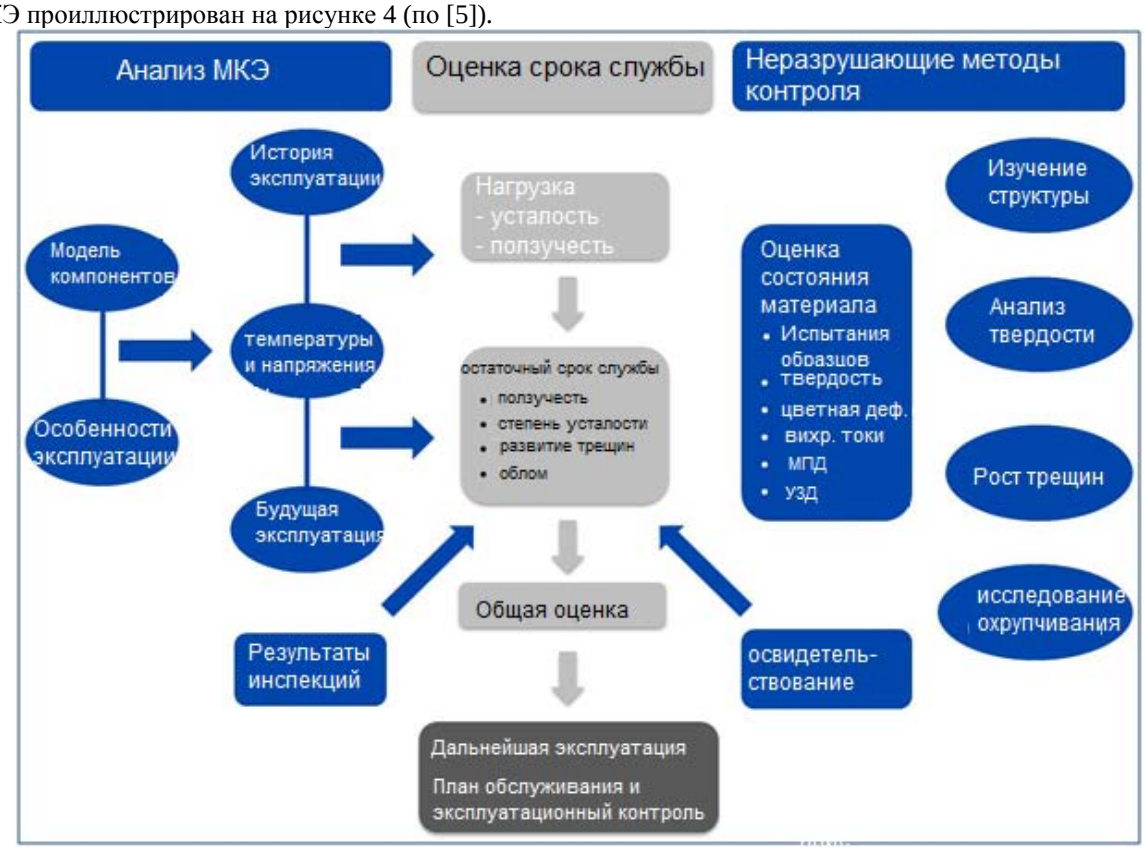


Рис. 4. Основные элементы оценки состояния/срока службы

Следующие требования предъявляются к проведению НМК и/или к оценке документов этих испытаний

- испытания должны быть как можно более полными,
- испытания должны проводиться адекватными методами,
- установленные дефекты должны оцениваться (при необходимости следует проводить оценку ранее выявленных дефектов).

Основой для проведения оценки элементов ротора газовых турбин (опора, диски ротора, лопатки) могут служить руководящие указания (РУ) VGB 512 M „Испытания нагруженных роторов и корпусов паровых и газовых турбин». В указанных РУ разъясняются принципы оценки прочности, и представляется связь между неразрушающими испытаниями, результатами контроля, эксплуатационной нагрузкой и оценкой с т. зр. механики разрушения. В соответствии с РУ применяемые НМК следует выбирать таким образом, чтобы величина дефекта, критическая для хрупкого разрушения, могла бы быть установлена. При этом наиболее ответственные участки должны быть таким образом проверены, чтобы дефекты, лежащие перпендикулярно основным напряжениям, были бы найдены. РУ разъясняют, к примеру, позиции головки дефектоскопа при ультразвуковом контроле. В соответственно с РУ выявленные дефекты следует оценить с точки зрения механики разрушений и последующие мероприятия (проверочный интервал, снижение нагрузки, замена) установить исходя из результатов выполненной оценки.

Необходимо учитывать результаты прошлых проверок, например:

- указания о не полном объеме представленной документации,
- указания о недостаточности выбранных методов испытания (например, рекомендации о целесообразности применения других НМК или рекомендации о целесообразности расширить объем ультразвукового контроля проверкой при другом направлении луча),
- заключение по установленным дефектам и рекомендации проведения оценки с т. зр. механики разрушения.

Помимо оценки деталей ротора следует оценивать также состояние корпуса, камеры сгорания, вспомогательных агрегатов, а также контролирующих и защитных устройств. Основой для проведения оценки защитных устройств могут служить РУ VGB 121 M «Контролирующие, ограничительные и защитные устройства газотурбинных установок» [6].

5 Анализ МКЭ

Самыми важными частями ротора, которые при разрушении представляют опасность для людей, являются крупные фрагменты дисков и центрального вала. Характеристики структуры материала лопаток, работающих при высоких температурах, в основном, зависят от количества часов эксплуатации, и являются для них ограничивающим фактором. При этом предыдущий опыт показывает, что если обороты турбины не превышают номинальные, то оторвавшиеся лопатки не пробивают ее корпус.

Надежность вала с точки зрения механики разрушения

Циклическая усталость материала от переменных растяжений-сжатий (англ.: малоцикловая усталость (LCF)), возникающая при пуске и изменении мощности турбины (медленно меняющиеся условия работы), проявляется, в основном, в поверхностных дефектах и приводит к образованию трещин в этих местах. Анализ напряжений позволяет получить информацию об их распределении и установить место, где первоначально возникнет трещина. По распределению напряжений можно рассчитать фактор интенсивности напряжений KI для возможно уже существующей или предполагаемой (т. е. еще не узнаваемой методами НК) начальной трещины. Учитывая диапазон колебаний фактора интенсивности напряжений ΔKI, путем интегрирования уравнения роста трещин da/dN по глубине трещин a и по числу циклов N можно определить рост трещин a(N) (уравнение Парижа-Эрдогана, [7]):

$$da/dN = C \cdot (\Delta K_I)^m$$

При достижении состояния хрупкого разрушения, когда фактор интенсивности напряжения KI соответствует критерию вязкого разрушения KIC * - (критический коэффициент интенсивности напряжений), то в соответствующей этому критерию трещине критической длины aC, происходит её неустойчивое распространение, что ведет к разрушению компонента. Начиная с определенного размера дефекта, можно определить количество циклов до разрушения и/или скорость роста трещины и требуемую частоту проверок. Число циклов до конца срока службы должно иметь достаточный запас до неустойчивого распространения трещины - см. рис. 5 (по [8]).

Рис. 5. Рост трещин

На валу одной исследованной газовой турбины самые высокие напряжения имели место при его предварительном нагружении, а максимальные температурные напряжения были зафиксированы в зоне перехода с одного диаметра на другой в зоне с малым радиусом кривизны. Для оценки с т. зр. механики

разрушения была выбрана ориентированная по периметру прямая трещина глубиной а. Другие формы поверхностных трещин, как например, полукруглая или эллиптическая (в плане) были тем самым учтены. Исходя из установленной или условно постулированной толщины, был рассчитан рост трещины. Фактор интенсивности напряжений K_I, связанный с ростом глубины трещины, должен иметь достаточный запас до критического коэффициента K_{IC}. Он и определяет в конечном итоге срок службы. Расчетная модель МКЭ показана на рис. 6.

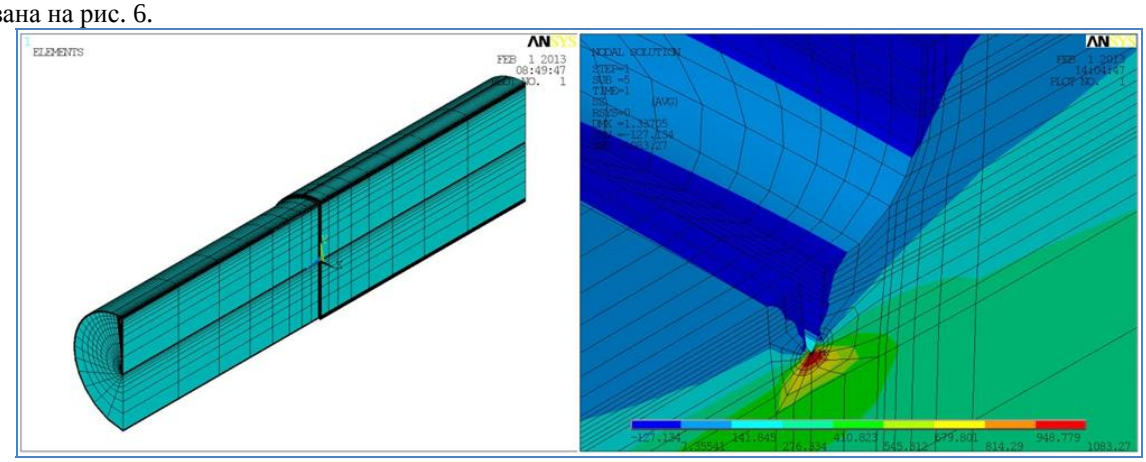


Рис. 6. Модель МКЭ для поверхностной трещины вала

Моделирование крэш – аварии диска турбины

Для более надежного подтверждения срока службы с точки зрения возможной угрозы для человеческой жизни, с помощью МКЭ может быть проведено численное моделирование т.н. "worst – case“ сценария аварии. Ниже, в дополнение к ранее описанной аварии из-за механического повреждения вала, рассматривается авария с поломкой диска. При этом рассмотрение может быть ограничено поломками турбинных дисков, так как они более подвергаются более значительным термоциклам по сравнению с термоциклами в дисках компрессора и потенциально обладают более высокой угрозой из-за большей массы.

Как правило, вследствие пусков/остановов, зона втулки (ступицы) в отверстии диска по причине LCF является наиболее нагруженной зоной. Эти напряжения возникают в результате совместного воздействия центробежных сил и температуры. Другие зоны диска, в которых возможно образование трещин, определяются конкретными геометрическими особенностями, такими, как например, скачки жесткости. Еще одним местом возможного образования трещин являются нижние части елочного зацепления дисков, в которых закреплена опора елочного зацепления роторных лопаток. Трещины в этом месте могут привести к выбросу лопаток. Наиболее крупные отрывающиеся фрагменты возникают в том случае, когда трещина в области ступицы приводит к полному разрыву диска - здесь из-за высоких уровней напряжений даже небольшая трещина критической длины приводит к поломке. Полное разрушение диска охватывает с точки зрения безопасности с точки зрения возможного пробоя корпуса все остальные нагрузочные случаи.

Для того, чтобы оценить стойкость конструкционного элемента на пробой, может быть рассмотрена ситуация, когда фрагмент диска с определенной скоростью, зависящей от числа оборотов, ударяет в направляющий аппарат и корпус турбины. Согласно [9], полный диск из-за трещин в осевом и радиальном направлении разлетается по внутреннему диаметру на четыре части. В газовых турбинах самолетов наблюдались случаи, когда диски разламывались на три части. Ниже приведено моделирование крэш - аварии на 90-градусном фрагменте – см. также рис. 7. Скорость фрагмента определялась как сумма линейной составляющей скорости центра тяжести половины диска и линейной составляющей векторов скорости вращения половины диска. Максимальная скорость определяла как сумма векторов [9].

Рис. 7. Слева диск(и) турбины и корпус (чертеж[10]), справа модель МКЭ)

Моделирование аварии было выполнено при помощи МКЭ программы LS-Dyna, которая интегрирована в ANSYS [11]. ANSYS позволяет выполнить параметрическое построение модели. На рис. 8 показаны пластические деформации, которые возникают после полного использования кинетической энергии разрушенных дисков. В представленном примере было установлено, что на внешней стенке корпуса критические пластические деформации не были превышены (разрушения материала не произошло). Таким образом, в данном случае, при разрыве диска и, соответственно, при обрыве лопатки турбины, пробой корпуса не происходит.

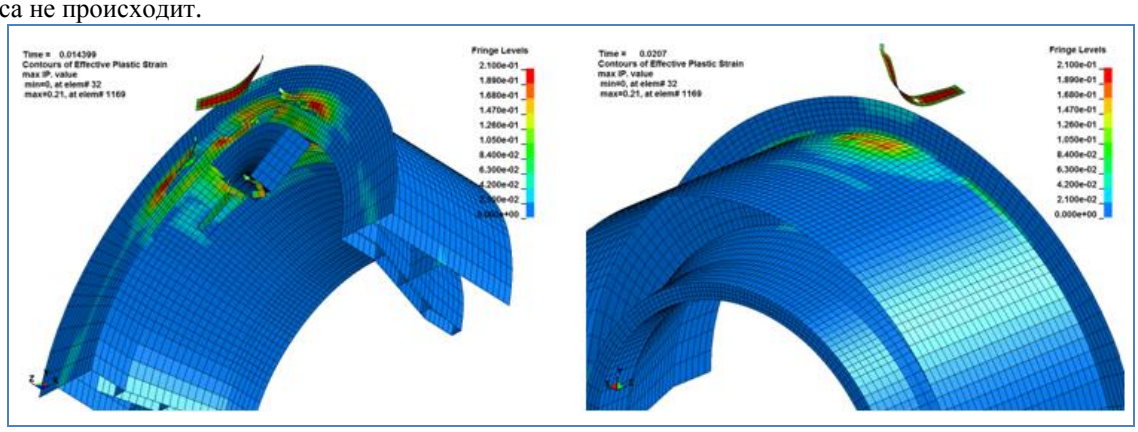


Рис. 8. МКЭ - моделирование крэш - аварии с внутренним (рис. слева) и внешним (рис. справа) повреждением корпуса турбины

6 Выводы

Представленный последовательный систематизированный подход, базирующийся на проведении оценки состояния, расчетах и моделировании, позволяет дать обоснованные рекомендации по продлению срока службы турбины. Таковыми могут быть: укороченные циклы тестирования, ежегодные проверки доступных мест компонентов ГТУ через эндоскопы и люк – лазы, дополнительные испытания методами НК, изменения в концепции эксплуатации, специальные анализы поведения вибрации и, возможно, специальные меры предосторожности. Представленный подход позволил разработать и внедрить рекомендации по продлению срока службы газовых турбин для двух ЭО.

Отдельные части данного подхода, показывающие возможность оценки напряжений в компонентах, дают также основу для оценки работы старых установок при новых требованиях энергетического рынка (гибкий график работы, частые изменения нагрузки и частые пуски и остановы).

7 Программы, литература, стандарты

1. Fraser, D.; Caso, D.: Inspection interval extension and lifetime extension of mature frame gas turbines, Power-Gen International 2006
2. DIN EN ISO 12100: Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung, 2011
3. ISO 21789: Gas turbine applications – safety, First Edition 2009-02-01
4. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV) Ausgabe 03.02.2015
5. Saito, K.; Sakuma, A.; Fukuda, M.: Recent life assessment technology for existing steam turbines, International Conference on Power and Energy, Malaysia, 2006
6. VGB-R 121 M: VGB-Richtlinie für Überwachungs-, Begrenzungs- und Schutzeinrichtungen von Gasturbinenanlagen, Zweite überarbeitete Ausgabe 1993
7. FKM-Richtlinie „Bruchmechanischer Nachweis“, 3. Ausgabe 2009
8. Richard, H.A.; Sander, M.: Ermüdungsrisse, Vieweg+Teubner, 2009
9. Hagg, A. C.; Sankey, G. O.: The Containment of Disk Burst Fragments by Cylindrical Shells, ASME Paper No. 73-WA-Pwr-2, 1973
10. http://www.energy.siemens.com/hq/en/services/power-generation/product/sgt5-2000e-v94-2
11. ANSYS V14

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (Германия)
Германия, Мюнхен 80686, Вестендштрассе199,
Deutschland, München 80686, Westendstraße 199
т.: +49-89-5791-1108, ф.: +49 89 5791-2837
valerij.malkis@tuev-sued.de

Техническое диагностирование трубопроводов пара и горячей воды ТЭС, находящихся в эксплуатации. (ОАО «Белэнергоремналадка», Республика Беларусь)

ОАО «Белэнергоремналадка» (Республика Беларусь),Федерякин Андрей Николаевич, Руководитель группы наладки трубопроводов, Тарасевич Леонид Сергеевич, Ведущий инженер.

Обеспечению надежности и безопасности трубопроводов ТЭС всегда уделялось особое внимание в течение всего их жизненного цикла. Особенно внимание стали уделять паропроводам в начале 60-х годов прошлого века с вводом в эксплуатацию оборудования с параметрами пара P=14 МПа, t=560 ºС. Тогда считалось, что надежность и безопасность паропроводов обеспечивает в основном качество основного и наплавленного металла, то есть металл сталей 12Х1МФ, 15Х1М1Ф может работать при таких высоких параметрах и обеспечивать высокую экономичность теплотехнического оборудования. Однако практического длительного наблюдения за состоянием металла в теплоэнергетике не было. В связи с этим на всех электростанциях были созданы лаборатории по контролю и наблюдению за основным металлом и металлом сварных соединений, а также были созданы службы металлов при Министерствах и Управлениях энергетики Союзных Республик.

Длительная эксплуатация теплотехнического оборудования ТЭС при таких параметрах показала, что металл сталей 12Х1МФ, 15Х1М1Ф не обеспечивает надежность работы оборудования при температуре T=560 ºС. В связи с этим было принято решение о снижении температуры использования данных марок сталей до T=550 ºС, а на вновь проектируемых блоках сверхкритических параметров пара температура металла паропроводов не должна превышать 545 ºС. Однако повреждаемость оборудования в то время происходила не только из-за состояния металла, но и из-за недостаточных запасов прочности конструкций. После снижения параметров пара повреждаемость оборудования некоторое время оставалась высокой из-за наследия предыдущей эксплуатации. Основным критерием надежности и безопасности паропроводов считалось отсутствие дефектов по результатам контроля и исследования металла. В связи с этим, контроль металла приобрел глобальный масштаб, при этом эффективность контроля металла составляет менее одного процента, т.е. 99% затрат на контроль металла каждая ТЭС теряет безвозвратно. Однако с ростом объемов работ по контролю металла надежность, безопасность и долговечность трубопроводов увеличилась незначительно. Основным недостатком данного направления является не устранение причин, приводящих к повреждению трубопроводов и сокращению ресурсных показателей.

В 2000 году в ОАО «Белэнергоремналадка» была создана группа по наладке трубопроводов ТЭС. Целью создания группы по наладке трубопроводов было обеспечение надежности, безопасности и максимальной долговечности трубопроводов пара и горячей воды ТЭС.

За 16 лет группа по наладке трубопроводов обследовала техническое состояние, выполнила наладку и аналитические расчеты практически всех трубопроводов ТЭС ГПО «Белэнерго». Участвовала в приемке оборудования блоков ПГУ 400 МВт, изготовленных в КНР и Индии, блоков ПГУ ТЭС «Международная» Москва-Сити, блока 800 МВт Березовской ГРЭС и блока 400 МВт Шатурской ГРЭС Российской Федерации, оборудования Чехословацкой компании на химическом предприятии ОАО «Гродно Азот» Республики Беларусь и т.д.

В результате анализа выполненных работ удалось выявить:

1. Недостатки проектирования трубопроводов:

- трасса трубопроводов прокладывается без учета самокомпенсации тепловых расширений. Размеры трубных компенсаторов конструкторами не рассчитываются, а выбираются произвольно без учета величины тепловых перемещений;
- в трубных компенсаторах вместо гнутых отводов большого радиуса широко используются крутозагнутые отводы, компенсация тепловых перемещений которых весьма ограничена;
- в трассах трубопроводов трубные компенсаторы не секционируются неподвижными опорами, что приводит к неуравновешенному и произвольному положению паропроводов в рабочем состоянии;
- при проектировании используются короткие тяги подвесок в местах со значительными тепловыми перемещениями паропроводов, которые ограничивают их перемещение;
- при проектировании не учитываются напряжения, возникающие при эксплуатации паропроводов от скорости прогрева, расхолаживания и условий дренирования;
- отсутствуют Руководства по эксплуатации и монтажу отдельных трубопроводных систем, что противоречит ГОСТ 2.601-2006 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационная документация»;
- дренажные устройства паропроводов котлов и станционных паропроводов ТЭС с поперечными связями и паропроводов блочных установок предназначены не только для дренирования, но так же для продувки при пуске из холодного состояния. Соответственно дренажные устройства Ду 20, применяемые при проектировании паропроводов, не обеспечивают надлежащую продувку конденсата при их пуске. При этом возникают значительные напряжения в паропроводах, которые приводят к их деформации и прогибу;
- устройства для измерения ползучести паропроводов устанавливаются не в местах с максимальными напряжениями, а произвольно, что не позволяет иметь достоверную информации о состоянии остаточной деформации при эксплуатации;

- индикаторы тепловых перемещений (ИТП) устанавливаются произвольно, а не в местах позволяющих контролировать самокомпенсацию трубных компенсаторов;

- на находящихся в эксплуатации трубопроводах устанавливается теплоизоляция не соответствующая проекту. Вместо ранее установленной тепловой изоляции с большим удельным весом начали применяться новые более облегченные материалы, изготовленные на базе минеральных ват. В результате трубопроводы изменяют весовую нагрузку на опорно-подвесную систему, и приходится корректировать опорно-подвесную систему;

- в проектах трубопроводов не содержатся сведения и требования к эксплуатации трубопроводов, т.е. создается конструкция, а как она должна эксплуатироваться не указывается;

- проектная документация не содержит технических решений по контролю скорости прогрева и разности температур «низ-верх»;

- отсутствует автоматизированное управление РОУ, БРОУ с целью обеспечения стабильных расчетных параметров пара на выходе установок;

- отсутствует автоматизированное управление арматурой продувочных устройств паропроводов.

2. Неудовлетворительное качество поверочных расчетов на прочность и самокомпенсацию трубопроводных систем:

- поверочные расчеты на прочность и самокомпенсацию выполняются на базе математических норм, изложенных в РД 10-249-98, по которым выполняется расчет напряжений в элементах трубопроводов только от внутреннего давления и тепловых расширений;

- расчет на самокомпенсацию с учетом наличия трубных компенсаторов не производится. Критерии ограничивающих напряжения в трубных компенсаторах от самокомпесации в расчетных программах ЭВМ «АСТРА», «АСТРА НОВА, «СТАРТ» отсутствуют;

- реакция опорно-подвесной системы при тепловом перемещении трубопроводов не учитывается;

- в расчете не учитываются напряжения от скорости прогрева при пуске паропроводов и напряжения от разности температур «низ-верх» при их прогреве;

- методика по расчету малоцикловой усталости, изложенная в РД 10-249-98, не учитывает всех нагружающих факторов, свойств металла, процессов происходящих при эксплуатации трубопроводов, и к практическому применению не пригодна. Попытка подменить эту методику условностями также практического применения не нашли;

- ресурсные показатели (ресурс, срок службы) устанавливаются исходя из ресурсных показателей деталей трубопроводов в соответствии с ОСТ на их изготовление;

- ресурсные показатели для трубопроводов в целом от всех нагружающих факторов не определяются, т.е не выполняются требования ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давление» и «Правил промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением»;

- некорректности в конструкции трубопроводов расчетчики затушевывают путем подгонки в расчетах;

- в разделе 5.2.7 РД 10-249-98 не совсем корректно приняты критерии прочности трубопроводов. Уровень напряжений в деталях трубопроводов от внутреннего давления и температуры допускается на уровне прочности металла без учета дополнительных напряжений, возникающих при эксплуатации, т.е. в эксплуатацию могут допускаться трубопроводы без запасов прочности, что противоречит условиям безопасности;

- отсутствуют методики для практического применения по расчету критериев малоцикловой усталости;

- методики по расчету малоцикловой усталости, изложенные в РД 10-249-98 и ПНАЭ Г-7-002, не имеют практического применения для трубопроводов, работающих в условиях ползучести по следующим причинам:

- не учтена асимметричность нагружения от подъема давления и температуры, имеющаяся в трубопроводах ТЭС;
- не учтены напряжения в элементах трубопроводов от всех нагружающих факторов;
- не учитываются и не рассчитываются фактические концентрации напряжений в элементах трубопроводов в рабочем состоянии;
- не учитываются свойства металлов, рассчитываемого трубопровода (предел прочности, предел текучести, предел длительной прочности, относительное сужение, степень ползучести, относительный уровень напряжений, скорость подъема температуры). Все эти факторы влияют на процесс разрушения металла при циклическом нагружении.

Из практических наблюдений за повреждаемостью оборудования ТЭС на протяжении 50 лет установлено, что повреждаемость оборудования от малоцикловой усталости проявляется при наработке 500-1000 пусков в зависимости от напряжений в металле элементов оборудования. К этим элементам необходимо отнести: барабаны котлов, арматура высокого давления, литые детали, гибы необогреваемых трубопроводов в пределах котлов, корпусные детали турбин, элементы ПВД, тройники и т.д.

3. Некачественная эксплуатациия:

- отсутствуют Руководства по эксплуатации и монтажу каждого конкретного вида и назначения трубопровода;
- отсутствует автоматизация управлением арматурой продувочных и дренажных устройств;
- отсутствует автоматизация контроля температурных режимов эксплуатации (скорости прогрева, «низ-верх»);
- отсутствует автоматизация управления работой РОУ, БРОУ по поддержанию температуры пара за ними;
- отсутствуют режимные графики пусковых операций подъема давления и температуры среды;
- не эффективно ведется контроль тепловых перемещений, состояния опорно-подвесной системы и тепловой изоляции;
- отсутствуют графики профилактических ремонтов;
- не соблюдаются скорости подъема температуры, т.е. не контролируется;
- допускается превышение температуры выше расчетных значений (выбеги).

В Белорусской энергосистеме для решения вопросов долговечности и безопасности трубопроводных систем разработан и введен в действие отраслевой стандарт СТП 09110.39.402-2013 «Трубопроводы стальные технологические. Наладка трубопроводов тепловых электрических станций и котельных ГПО «Белэнерго». В основу стандарта заложены следующие принципы по обеспечению надежности трубопроводов:

- выявление потенциально опасных элементов с высокими напряжениями;
- разработка различного рода мероприятий по снижению напряжений в элементах трубопроводов до необходимого уровня;
- контроль металла потенциально опасных элементов или их замена;
- периодический контроль и наблюдение за металлом потенциально опасных элементов, допущенных в эксплуатацию;
- определение ресурсных показателей (назначенного ресурса, назначенного срока службы, допустимого количества пусков);
- наладка трубопроводов, включая опорно-подвесную систему.

Работы по наладке трубопроводов производятся по технической программе. В основу программы закладываются мероприятия позволяющие:

- определить фактическое техническое состояние трубопроводов;
- выявить отклонения от ТНПА и конструктивные дефекты;
- выполнить аналитический расчет на статическую прочность, самокомпенсацию и малоцикловую усталость;
- разработать мероприятия по приведению трубопроводов в исправное и работоспособное состояние;
- устранить выявленные отклонения, дефекты и выполнить рекомендованные мероприятия;
- выполнить наладку трубопроводов, включая их ОПС;
- спрогнозировать ресурсные показатели и определить условия дальнейшей надежной и безопасной эксплуатации.

Прогнозирование ресурсных показателей и определение условий дальнейшей эксплуатации трубопроводов производится при условии:

- восстановления технического состояния трубопроводов до исправного и работоспособного состояния (выполнения рекомендаций);
- соответствия всех параметров и критериев трубопроводов проектной документации и ТНПА;
- положительных результатов контроля металла;
- положительных результатов аналитического расчета на статическую прочность, самокомпенсацию и малоцикловую усталость;
- положительных результатов наладки трубопроводов и их ОПС;
- выполнения режимов безопасной эксплуатации.

В технической программе по продлению ресурса трубопроводов предусмотрены следующие этапы и мероприятия:

1. Обследование трубопроводов производится с целью обнаружения несоответствий проекту, выявлению повреждений опорно-подвесной системы и дефектов трассы и нарушений режимов эксплуатации, контроля тепловых перемещений.
2. Аналитический расчет на статическую прочность, самокомпенсацию и малоцикловую усталость выполняется с помощью программ ЭВМ, но с применением уточняющих и корректирующих локальных расчетов отдельных элементов и участков трубопроводов. Аналитический расчет выполняется в три этапа:

- I этап: производится расчет проектной трассы трубопровода для выявления коллизий проекта;
- II этап: производится расчет трассы трубопровода по состоянию на момент контроля технического состояния и с учетом технического состояния для определения необходимости ремонта или замены деталей или трубопровода в целом;

- III этап: производится расчет трассы трубопровода после приведения его в исправное и работоспособное состояние с учетом прогноза ресурсных показателей;

- IV этап: производится расчет на малоцикловую усталость по фактическому состоянию и условиям эксплуатации с определением допустимого числа пусков. Расчет на малоцикловую усталость производится по специально разработанной программе с учетом всех условий и усилий, влияющих на разрушение элементов трубопровода при циклическом нагружении.

С этой целью в ОАО «Белэнергоремналадка» разработан стандарт предприятия «Методика выполнения аналитических расчетов на статическую прочность, самокомпенсацию и малоцикловую усталость трубопроводов ТЭС при выполнении наладочных работ».

1. Контроль и исследование металла, в том числе потенциально-опасных мест.
2. Ремонт и приемка трубопровода из ремонта. Наладка опорно-подвесной системы.
3. Разработка мероприятий по дальнейшей надежной и безопасной эксплуатации трубопроводов с учетом результатов обследования технического состояния, аналитических расчетов на статическую прочность, самокомпенсацию и малоцикловую усталость, контроля металла, ремонта и наладки трубопроводов. Прогнозирование ресурсных показателей и определение условий дальнейшей эксплуатации.

По результатам проведенных работ установлено:

- степень ползучести паропроводов зависит не только от температуры, но и от напряжений в его элементах. При напряжении от всех нагружающих факторов менее или равной 1,2 [б] ползучесть металла проявляется незначительно за 200 и даже 300 тыс. часов. При суммарном напряжении в элементах паропроводов 1,4[б] рост ползучести принимает критический характер. Как правило, активный рост ползучести наблюдается на прямых участках труб и гибов, где имеются значительные напряжения от изгибающих моментов сил самокомпенсации или от температурных ударов. При расчете на прочность эти участки не выявляются. Их необходимо определять опытным путем по результатам анализа технического состояния, условий эксплуатации и аналитических расчетов на прочность;

- по нормам расчета на прочность РД 10-249-98 снижение значений длительной прочности металла паропроводов, работающих в условиях ползучести, зависит от длительности эксплуатации. Однако в результате наблюдений и анализа результатов расчетов на прочность установлено, что снижение длительной прочности металла паропроводов зависит не только от температуры, но также в значительной степени от напряжений в металле элементов паропроводов. При эквивалентном напряжении в металле элементов паропроводов, работающих в условии ползучести, менее или равном $0{,}6\,\sigma_{д.п}$, длительная прочность металла практически не снижается. Из этого следует, что наработка паропроводов не является критическим показателем надежности.

ВЫВОДЫ

Безопасность и долговечность трубопроводов после отработки расчетного ресурса, установленного проектной организацией, может быть обеспечена при условии:

- определения напряжений от всех нагружающих факторов в элементах трубопроводов с учетом реальных запасов прочности;
- детального обследования трубопроводов и их опорно-подвесной системы с выполнением аналитического расчета на прочность и самокомпенсацию до вывода оборудования в ремонт;
- положительных результатов контроля металла потенциально-опасных элементов трубопроводов;
- выполнения ремонтных работ с приведением паропроводов в исправное и работоспособное состояние;
- соблюдения режимов эксплуатации трубопроводов.
- повышение качества проектирования с учетом внедрения критериев, обеспечивающих безопасный уровень напряжений в элементах трубопроводов от всех нагружающих факторов, включая эксплуатационные;
- внедрение дополнительных средств автоматизации эксплуатационных процессов.

[1] РД 10-249-98 «Нормы расчета на прочность станционных котлов и трубопроводов пара и горячей воды»;
[2] ПНАЭ Г-7-002-86 «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»;
[3] ТР ТС 032/20013 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давление»

Белэнергоремналадка, ОАО (Республика Беларусь)
Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 18
т.: + 375 17 293 53 59, ф.: + 375 17 290 95 30
e-mail@bern.by www.bern.by

Противоаварийная защита трубопроводной инфраструктуры на объектах энергетики за счет использования технологии волновой стабилизации давления. (ООО «ЭКОВЭЙВ Технологии»)

ООО «ЭКОВЭЙВ Технологии», Горбунов Виктор Николаевич, Коммерческий директор

Основная цель доклада - способствовать эффективному обмену передовым опытом применения специальных технических устройств - стабилизаторов давления «ЭКОВЭЙВ», основанных на технологии волновой стабилизации давления, для решения проблемы по существенному снижению на объектах энергетики количества аварий посредством их прямого предотвращения, сохранения трубопроводной инфраструктуры и оборудования с учетом их реального состояния.

Трубопроводные системы современных объектов энергетики оснащены большим количеством запорной арматуры и насосного оборудования, а так же имеют большую протяженность сетей и высокое гидравлическое сопротивление. В процессе эксплуатации в трубопроводных системах неизбежно возникают волновые явления различной природы (вынужденные колебания давления, автоколебания, резонансные явления, провалы давления, гидравлические удары и т.п.). Основными причинами их возникновения являются несанкционированные (аварийные) отключения электроэнергии, сбои систем автоматики и управления, срабатывание запорной трубопроводной арматуры, быстрые коммутационные переключения, короткие замыкания, ошибки обслуживающего персонала. При этом, существует высокая вероятность возникновения в трубопроводных системах аварийных либо переходных гидравлических процессов, характеризуемых колебаниями либо повышением давления сетевой воды, значения которых выходят за пределы допустимых значений прочностных характеристик оборудования и сетей.

Отсутствие в составе трубопроводных систем специализированных устройств защиты от названных явлений в значительной степени усугубляет аварийную ситуацию, приводит к цепному характеру ее распространения и серьезным последствиям для системы, таким как:

- повреждение тепломеханического оборудования источников теплоснабжения;
- разрыв сетевых трубопроводов с затоплением помещений источников теплоснабжения, с возможным последующим выходом из строя электрооборудования;
- прекращение теплоснабжения объектов ЖКХ и социальной сферы, влекущее серьезные социальные последствия и нанесение материального ущерба.

В целях недопущения аварийных ситуаций, обеспечения безопасности трубопроводных систем с высокой степенью надежности при проектировании или модернизации объектов энергетики проводятся мероприятия комплексной противоаварийной защиты.

Необходимость применения средств противоаварийной защиты на системах производства, транспортировки и распределения теплоносителей регламентирована следующими нормативно-правовыми актами:

- Федеральный закон РФ от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении» (ред. от 29.12.2014, с изм. и доп., вступ. в силу с 03.03.2015);
- Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок (утв. приказом Министерства энергетики РФ от 24.03.2003 № 115);
- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ (утв. приказом Министерства энергетики РФ от 19.06.2003 № 229);
- СНиП 41-02-2003. Тепловые сети (приняты постановлением Госстроя РФ от 24.06.2003 № 110);
- Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения (утв. приказом Госстроя России от 13.12.2000 № 285, согласована Управлением по котлонадзору и надзору за подъемными сооружениями Госгортехнадзора России от 28.06.2000 № 12-23/653 и Госэнергонадзором Минэнерго России от 2.10.2000 № 32-01-02/25).

Вместе с тем, несмотря на требования нормативно-правовых документов и предпринимаемые должностными лицами разных уровней меры, в силу определенных обстоятельств успешно решать повсеместно проблему аварийности не удается. В системах теплоснабжения ежегодно происходят существенные технологические нарушения, связанные с отключением потребителей, повреждением оборудования и размораживанием систем теплопотребления. При этом наблюдается динамика в сторону увеличения числа аварий и инцидентов, иногда сопровождающихся травматизмом обслуживающего персонала и третьих лиц.

1 мая 2016 года Президентом Российской Федерации В.В. Путиным подписан Федеральный закон № 132-ФЗ, основным содержанием которого являются положения о введении федерального энергетического надзора в сфере теплоснабжения. Документ направлен на усиление контроля по снижению количества аварий и обеспечению надежного теплоснабжения потребителей.

Одним из приоритетных направлений работы эксплуатирующих организаций, способным увеличить ресурс трубопроводных систем с учетом их реального износа, является борьба с динамическими колебаниями и провалами давления, наиболее разрушительным из которых является гидравлический удар. Анализ аварийных ситуаций в трубопроводных системах теплоснабжения показывает, что практически каждое из этих событий, способно вызвать крупную аварию.

Оснащение трубопроводных систем теплоснабжения эффективными средствами гашения вынужденных колебаний давления и гидравлических ударов имеет важное значение для обеспечения условий их безопасной эксплуатации.

Существующие средства противоаварийной защиты трубопроводов (сбросные и обратные клапаны, гидрозатворы, разрывные мембраны, частотные преобразователи и т.п.) по своему предназначению (снижение статического давления и уменьшение фронта волновой пульсации) не способны осуществлять эффективное гашение динамических гидравлических нагрузок, являющихся основной причиной разрушения трубопроводов и оборудования, в силу следующих конструктивных особенностей: энергозависимость, низкая скорость срабатывания (более 1,5 сек.), создание дополнительного сопротивления, отсутствие реакции на провалы давления и вибрации транспортируемой среды.

Государственная политика в области реформирования систем теплоснабжения предусматривает широкое внедрение новых инновационных технологий противоаварийной защиты трубопроводов и оборудования, среди которых особое место занимают производимые российской инновационной компанией «ЭКОВЭЙВ Технологии» стабилизаторы давления «ЭКОВЭЙВ».

По сравнению с существующими средствами противоаварийной защиты (ПАЗТ) стабилизаторы давления «ЭКОВЭЙВ» обладают следующими преимуществами: мгновенное быстродействие (0,005 сек.), отсутствие потерь рабочей среды, энергонезависимость, экологичность, отсутствие дополнительного гидросопротивления, малые габариты, способность восстанавливать кратковременные провалы давления, отсутствие необходимости дополнительного обслуживания в процессе эксплуатации, легкость монтажа.

Стабилизаторы давления одинаково эффективны как в аварийном, так и в штатном режиме работы насосного оборудования. Стабилизаторы давления предназначены для гашения вибрационных и гидравлических ударных нагрузок, а также вынужденных колебаний и резонансных явлений, возникающих в трубопроводах вследствие причин, приводящих к гидроудару

СД применяются на трубопроводных системах диаметром **от 10 до 1400 мм,** рабочим давлением **до 25 МПа** и температурой транспортируемой среды **до +250ºС** в ЖКХ, электроэнергетике, в нефтегазовой, химической, металлургической, пищевой и других отраслях промышленности.

Стабилизатор давления *(Рис. 1)* состоит из корпуса, имеющего перфорированный по длине и периметру участок трубопровода и демпфирующие камеры, гидравлические полости которых соединены посредством патрубков с корпусом.

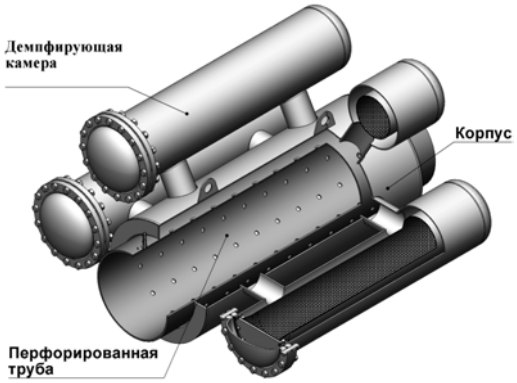


Рис. 1. Стабилизатор давления

Рис. 2

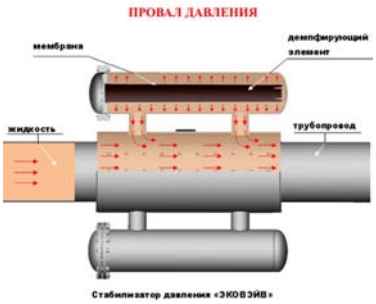


Рис. 3

Принцип действия стабилизатора давления основан на распределенном по его длине диссипативном и упругодемпфирующем воздействии на поток перекачиваемой среды.

При возникновении в основном трубопроводе волновых процессов (гидроудары, вредные пульсации давления, вибрации и т.п.) происходит перетекание жидкости через отверстия перфорации центрального трубопровода в кольцевую предкамеру (эффект диссипации энергии колебаний на отверстиях перфорации), образованную внутренней поверхностью корпуса внешней поверхностью центрального перфорированного трубопровода (при гидроударе) *(Рис. 2)* или наоборот (при провале давления) *(Рис. 3)*, в результате чего изменяется авление в гидравлической полости демпфирующей камеры, что вызывает деформацию упругих

элементов (РТИ с заданными техническими характеристиками) демпфирующей камеры и приводит к изменению объёма жидкости в демпфирующей камере.

Такое последовательное воздействие на транспортируемую среду позволяет обеспечить требуемую эффективность работы гидросистемы как в аварийном, так и в штатном режиме ее работы.

Эффективность работы СД достигается за счет:

- полного гашения высокочастотных колебаний давления на насосной частоте;
- гашения колебаний давления в 5 и более раз на переходных и аварийных режимах;
- уменьшения амплитуд колебаний давления в гидросистемах в 2-4 раза при аварийных отключениях электропитания насосов и их пуске без частотного регулирования (на открытую задвижку);
- уменьшения динамических нагрузок на трубопроводы до допустимых значений;
- снижения размаха колебаний давления в подающих водоводах на всех режимах (в т.ч. аварийных) до безопасного уровня.

Практическое применение СД позволяет: снизить аварийность трубопроводов и оборудования на 50-60 %; снизить интенсивность коррозионных и усталостных процессов трубопроводов и оборудования; продлить срок эксплуатации трубопроводных систем в 1,2–1,5 раза; на 30-40% сократить прямые и косвенные затраты на аварийно-восстановительные работы; снизить эксплуатационные затраты трубопроводных систем и затраты, связанные с экстренной заменой аварийных участков; обеспечить ремонт трубопроводных систем в планово-предупредительном режиме.

Стабилизаторы давления «ЭКОВЭЙВ» являются исключительно российской инновационной разработкой и защищены соответствующими патентами.

В настоящее время накоплен положительный опыт эксплуатации стабилизаторов давления «ЭКОВЭЙВ» на объектах энергетики. Рассмотрим примеры установок таких стабилизаторов давления.

Балтийская электростанция, г. Нарва (Эстония)

Рис. 4. Фрагмент установки СДТ 16-700-10

По результатам испытаний СД *(Рис. 4)* обеспечивает в стационарном режиме работы гидросистемы гашение колебаний давления сетевой воды на оборотной и лопаточной частотах работы насосных агрегатов в 4,3-4,7 раза. В штатном режиме перехода с действующего насоса на резервный и обратно размах возникающих колебаний давления сетевой воды в напорном коллекторе уменьшается в 2 раза, при этом динамические нагрузки на трубопровод не превышают допустимых пределов *(Рис. 5)*.

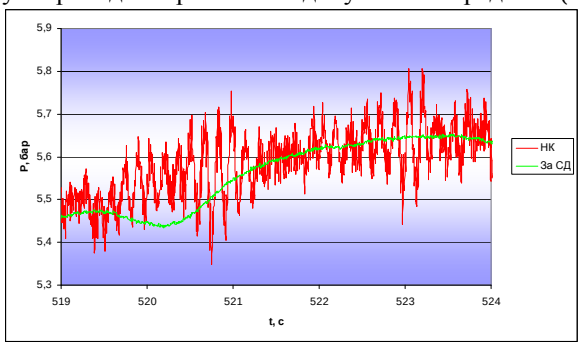


Рис.5. Диаграмма изменения давления

Технический директор С.И. Мисинев:

«В ходе гидравлической опрессовки в результате раскрытия задвижки произошло несколько (2-3) гидроударов, приведших к разрушениям незащищенных стабилизатором давления участков трубопровода. В то же время участок теплосети, защищенный СД (оборудование насосной станции), поврежден не был».

Стоимость защищенного СД оборудования оценивается более 7 млн. евро.

Запланирована дальнейшая установка СД для защиты других участков БЭС.

Калининская АЭС

Вибрация маслопровода практически во всех точках соответствовала аварийному состоянию: в отдельных точках аварийный уровень был превышен в 4 раза по виброскорости и в 3 раза по виброперемещению.

Главный инженер В.И. Аксенов:

Установка стабилизаторов давления *(Рис. 6)* дала возможность уменьшить амплитуду вынужденных колебаний давления на частоте работы поршней почти в 10 раз, а размах общих уровней пульсаций давления в 3 раза, что позволило достигнуть допустимого вибрационного состояния маслопровода. Уровень наиболее опасных вибраций был снижен в 47 раз по размаху виброперемещений и в 7 раз по виброскорости.

Экономический эффект от внедрения СД на одном блоке составил 3,6 млн. руб.

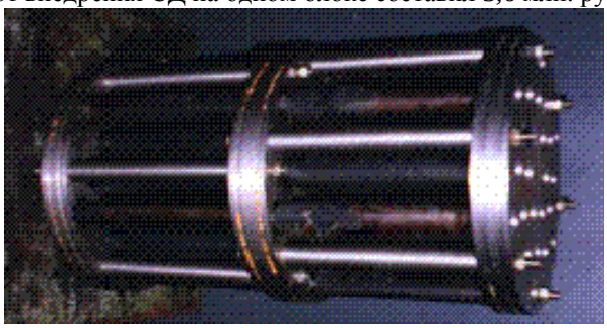


Рис. 6. Стабилизатор давления СДА 120-80

Ростовская (Волгодонская) АЭС

Главный инженер А.А. Сальников (2010 г.):

«Для защиты маслопроводов гидроподъемных напорных энергоблока № 2 Ростовской АЭС от колебаний давления в 2009 году были установлены стабилизаторы давления СД-120-80 *(Рис 7).*

За отчетный период замечаний по работе стабилизаторов давления нет».

Рис. 7. Стабилизатор давления СДА 120-80

Главный инженер А.В. Катунин (2014 г.):

«По результатам работы стабилизаторов давления СД-120-80 (чертеж Б-805326), установленных на энергоблоке № 2 Ростовской АЭС для защиты маслопроводов гидроподъема ротора турбины, сообщаю, что в эксплуатационном режиме и при проведении планового ТОиР за отчетный период нарушений и отклонений не отмечено».

Владимирская ТЭЦ-2

1. Установленные в гидросистему Владимирской ТЭЦ-2 стабилизаторы давления *(Рис 8)* по истечении двух лет эксплуатации обеспечивают полное гашение высокочастотных колебаний давления.

Рис. 8. Фрагмент установки СДТ 20-600-8

2. При штатном режиме работы гидросистемы размах высокочастотных колебаний давления в обратных коллекторах за стабилизатором давления уменьшается в 3,0-4,5 раза, а периодически появляющиеся скачки давления в обратном коллекторе 2 – в 6-8 раз *(Рис. 9)*, при этом динамические нагрузки на трубопроводы не превышают допустимые значения.

Рис. 9. Диаграмма изменения давления

3. Стабилизаторы давления полностью отвечают заявленным техническим требованиям предприятия-изготовителя.

Таким образом, применение российской инновационной технологии волновой стабилизации давления позволяет существенно снизить на объектах энергетики риски аварий посредством их прямого предотвращения, сохранения трубопроводной инфраструктуры и оборудования, а также улучшить энергоресурсосбережение, оптимизировать многие важнейшие процессы, влияющие на общую безопасность и экономичность предприятий ТЭК.

В заключение следует отметить, что с целью достижения макси- мальной эффективности мероприятия по организации защиты оборудо-
вания и сетей от недопустимых изменений давления должны носить
комплексный подход.

На практике при реализации защитных мероприятий прослеживается стремление руководителей организаций и предприятий теплоснабжения обходиться минимальными затратами на комплектацию системы защиты, а также тенденция применения в этих целях общеизвестных предохранительных клапанов с высокой инерционностью и наличием нерегулируемой протечки теплоносителя. В целях минимизации затрат на предприятиях имеют место случаи самодеятельной модернизации предохранительных клапанов с «благими намерениями», но не приводящие в итоге к достижению необходимого положительного результата. С учетом возросшей юридической грамотности населения и персонала организаций-потребителей, увеличением числа исков потребителей по возмещению ущерба от аварий, внедрение новых эффективных средств защиты является менее дорогостоящим мероприятием по сравнению с выплатами компенсаций пострадавшим по результатам судебных разбирательств. Таким образом, предупреждение технологического нарушения обходится дешевле его ликвидации и устранения его последствий, т.е. перефразируя - скупой платит дважды. Однако понимание этих положений на практике встречается редко, а до реализации дело доходит еще реже.

Настоящей публикацией хотелось бы не только изложить свою точку зрения, но и предложить обсудить затронутую тему с учетом опыта решения подобных проблем конкретными защитными устройствами всем заинтересованным сторонам: работникам эксплуатирующих организаций, знающим о существовании данных проблем из собственного опыта, представителям специализированных исследовательских и проектных организаций, изготовителям энергетического оборудования.

ЭКОВЭЙВ Технологии, ООО
Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1
т.: +7 (495) 234-0501, ф.: +7 (495) 234-0501
eco@ecowave.ru www.ecowave.ru

Сухие градирни и воздушно-конденсационные установки. (ЗАО НПВП «Турбокон»)

Закрытое акционерное общество Научно-производственное внедренческое предприятие «Турбокон» (ЗАО НПВП «Турбокон»),
Мильман О.О., Перов В.Б.

1 Проблемы водоснабжения, сухие градирни и воздушные конденсаторы

Рост мировой экономики приводит к необходимости выработки большего количества электроэнергии, в результате спрос на пресную воду для тепловых электростанций также растет. При этом электроэнергетическим компаниям приходится конкурировать с потребностями других секторов, таких как общественное водопотребление, бытовые нужды, торговля, сельское хозяйство и промышленность. Кроме того, есть необходимость прекратить или уменьшить использование воды в водоёмах и реках для достижения природоохранных, экологических и рекреационных целей, что еще больше осложнит будущее распределение национальных пресноводных ресурсов.

За период с 1992 по 2005 спрос на системы сухого охлаждения на мировом рынке вырос примерно в 20 раз. На рис. 1 представлена диаграмма, показывающая эту эволюцию [1].

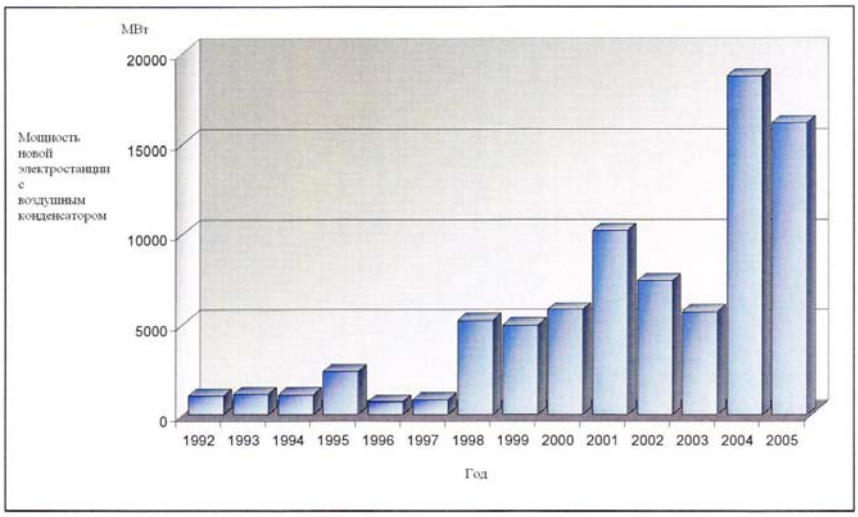


Рис. 1. Эволюция развития крупных электростанций с конденсаторами с воздушным охлаждением на мировом рынке

Сегодня существуют другие причины, помимо нехватки воды, способствующие выбору систем сухого охлаждения:

1. экологические требования в отношении экономии воды и увеличения температуры в реках и морях;
2. местное законодательство в части ограничения вредных водосбросов;
3. рост цен за водопотребление;
4. гибкость в выборе территории станции, упрощение экспертизы и получения разрешения на строительство.

Масштабы внедрения этих аппаратов во всем мире стремительно растут. По данным [2] в сотню самых крупных электростанций в мире вошли две ТЭС с воздушно-конденсационными установками: Matimba (ЮАР), 3990 МВт – 79 место, Shangdu (Китай) 3720 МВт – 97 место.

Крупнейшие фирмы-поставщики: SPX CT – более 1000 установок сухого охлаждения по состоянию на 2013 г., в том числе 106 ВКУ для установок мощностью более 100 МВт в Америке (25), Европе (16), Китае (53) и др. [3].

GEA поставила с 1962 г. по 2011 г. общее число установок сухого охлаждения 1049 штук, в том числе 188 воздушных конденсаторов, большинство их выпущены в последние 10 лет для турбин мощностью до 600 МВт (на угольных электростанциях Китая). В частности, фирма GEA осуществляла поставки сухих градирен на ТЭС в Сочи, Адлере, Новый Уренгой, Серов, Москва (Строгино)

Большое число установок поставлено фирмой Bronswerk (более сотни).

В России производство воздушных конденсаторов было освоено Калужским турбинным заводом (КТЗ) в 90-ых годах.

2 Конструкция ВКУ ЗАО НПВП «Турбокон»

2.1 Технические характеристики сухих градирен и воздушных конденсаторов

Важным определяющим параметром при проектировании сухих градирен (далее по тексту – СГ) и воздушных конденсаторов (далее по тексту – ВК) является располагаемая разность температур Δ между

конденсирующимся паром t_s (или охлаждаемой водой) на входе в эти аппараты и охлаждающим воздухом $t_{вз}$.

Так для ВК перспективной ПГУ-220 с уменьшением Δ от ~33°С до 18°С расчетное число теплообменных секций n с вентилятором диаметром 5 м быстро растет: n увеличилось с 32 до ~60 при расходе сухого насыщенного пара на выходе турбины 247 т/час (68.6 кг/с).

Другой важной характеристикой является коэффициент теплопередачи, определяющий размеры поверхности теплообмена при прочих равных условиях. На рис. 2 нанесены результаты испытаний отечественных воздушных конденсаторов, расчетные характеристики СГ и ВК ряда фирм, в том числе характеристики опытной натурной секции, разработанной в ЗАО НПВП «Турбокон» и установленной в ОАО «ВТИ».

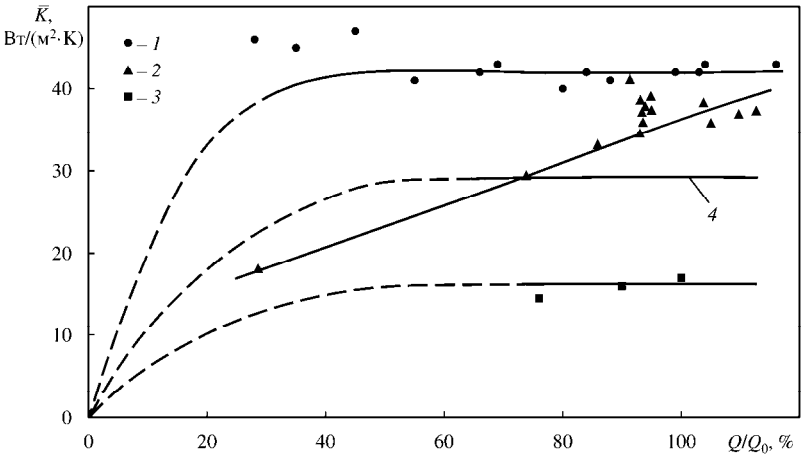


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопередачи в ВК и СГ от тепловой нагрузки.
1 – макет ВК ЗАО НПВП «Турбокон»; 2 – опытный образец секции ВК ЗАО НПВП «Турбокон»;
3 – ВК ОАО «Калужский турбинный завод»; 4 – СГ фирм GEA EGI, BRONSWERK

Результаты испытаний свидетельствуют о пониженных значениях коэффициентов теплопередачи ВК, изготовленных в 1998-2004 гг. ОАО «Калужский турбинный завод». Основная причина – недостаточный расход охлаждающего воздуха и наличие участков теплообменной поверхности с низкой интенсивностью теплосъёма.

2.2 Модульные конструкции СГ и ВК

Во всех случаях применения СГ и ВКУ поверхности теплообмена столь велики, что рациональные поставки их возможны только в виде теплообменных модулей полной заводской готовности. На рис. 3 приведена конструкция модуля ВК производства ЗАО НПВП «Турбокон», изготовленного из 6-метровых оребренных труб. Паровой коллектор диаметром 1 м обеспечивает сборку трех последовательно включенных по пару секций с одним 5-метровым или четырьмя 2.5-метровыми вентиляторами.

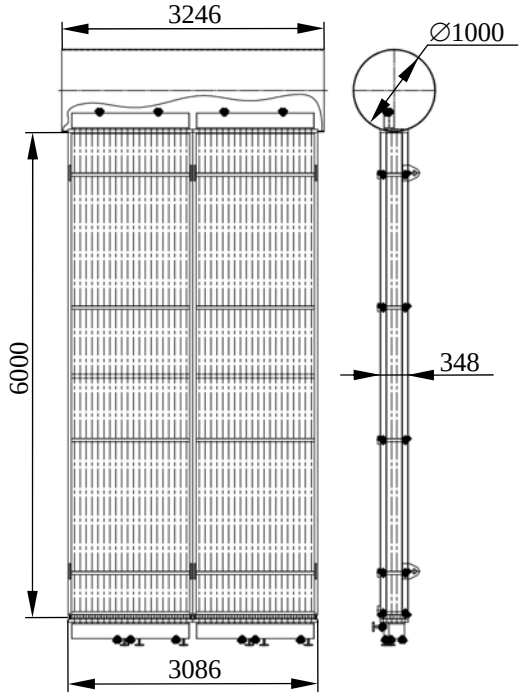
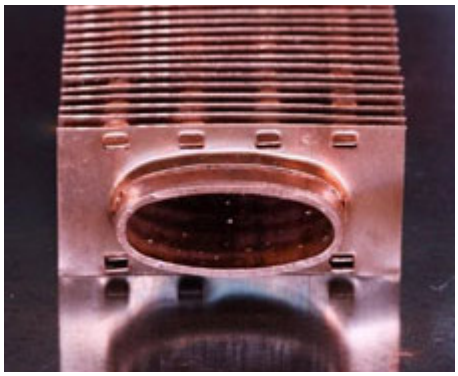


Рис. 3. Модуль ВК производства ЗАО НПВП «Турбокон»

2.3 Поверхности теплообмена для перспективных ВК

В последние годы получили распространение овальные трубы с насадным пластинчатым оребрением (рис. 4а) и плоские трубы с припаянным оребрением (рис. 4б). Толщина алюминиевых ребер колеблется от 0.3 мм до 0.6 мм (в основании ребер), шаг ребер 2.5÷3.5 мм, высота их на круглых трубах до 15÷20 мм. В итоге коэффициент оребрения (относительно общей поверхности к поверхности несущей трубы), как правило, не ниже 15, иногда достигает величины 22÷25, что существенно увеличивает теплосъём в единице объёма поверхности теплообмена.

В пластинчатом насадном оребрении и плоских оребренных трубах используют интенсификаторы теплообмена по типу выступ – впадина (рис. 4а).



а)

б)

Рис. 4. Виды используемых теплообменных труб и их оребрения.
а) – овальные трубы с насадным пластинчатым оребрением; б) – плоские трубы с припаянным оребрением

2.3 Вентиляторы для сухих градирен и ВКУ

В качестве побудителей движения воздуха в сухих градирнях и воздушных конденсаторах используют осевые вентиляторы с диаметром колеса от 2.5 м до 11 м, при этом частота вращения их колеблется от 100 1/мин для больших колес, до 365 1/мин для 2.5-метровых. Число лопастей также колеблется от 4 до 8 в зависимости от диаметра колеса, производительности и напора вентилятора. На рис. 5 показан 10-метровый вентилятор на ТЭС в Колорадо-Спрингс [16].

Рис. 5. Вентилятор воздушно-конденсационной установки диаметром 10 метров

Очень важен правильный выбор характеристики вентилятора для заданной поверхности теплообменных модулей, размеров и формы воздушных каналов. Измерения на действующих ВК и СГ показывают, что потери давления в каналах составляют до 30% от напора вентилятора. Неучёт этого фактора – основная причина снижения эффективности ВК и СГ.

Важная характеристика вентиляторов – воздушный шум: стоимость вентилятора существенно зависит от этого параметра и может вырасти на 25÷30% при жестких требованиях к шуму.

На рис. 6 показаны результаты замеров звукового давления натурной секции ВК конструкции ЗАО НПВП «Турбокон». Точка замера расположена на высоте 1,7 м от уровня грунта. Во всем диапазоне частот уровень шума не превышает нормативное значение 80 дБ(А).

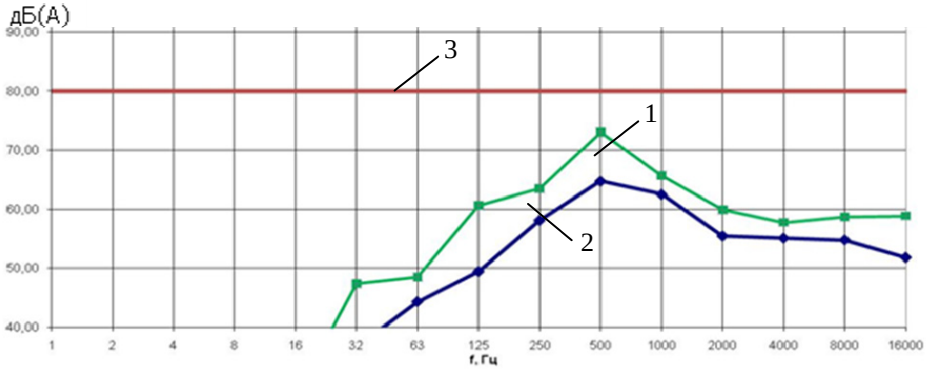


Рис. 6. Уровень шума ВК конструкции ЗАО НПВП «Турбокон»:
1 – при работающем вентиляторе; 2 – фоновые значения;
3 – нормативное значение

3 Перспективы использования технологии сухого охлаждения

Очевидно, что общемировые тенденции активного использования сухих градирен оказывают заметное влияние на энергетику России. Ряд новых электростанций с парогазовыми блоками вводится или введен в строй на основе сухого охлаждения. В основном это СГ с поверхностными конденсаторами: Москва Сити (Строгино), Адлерская ТЭС, Серовская ГРЭС, ТЭЦ-12 Мосэнерго и др. [4] Накоплен определенный опыт эксплуатации этих установок, оценены их достоинства и проявились недостатки. В условиях ограниченных кредитных возможностей комбинация СГ с поверхностным конденсатором, – самый дорогой по уровню капитальных затрат вариант, – представляется менее перспективным, чем прямая конденсация пара в ВК. Поэтому интерес к поставке воздушных конденсаторов на новостройки ТЭС: Грозный, Сахалин, Владивосток, Кубань – явно вырос. Поставщики передовой технологии GEA, SPX и др., используя предприятия на территории КНР, активно предлагают приемлемые по ценам импортные ВКУ и СГ.

Для полноценного импортозамещения необходимо предпринять шаги по поддержке отечественного производителя высокоэффективных поверхностей теплообмена с учетом использования методов интенсификации передачи тепла на основе технологии закрученных потоков. Необходимо также развертывание производства плоских оребренных труб, где эти технологии могут быть особенно эффективны.

Во всех случаях, когда есть необходимые водные ресурсы, предпочтение отдают классическим конденсационным установкам поверхностного типа. Но доступность этих ресурсов стремительно сокращается, и воздушное охлаждение выходит на передовые позиции в энергетике развитых стран, в том числе и России.

Публикация подготовлена при финансовой поддержке работ по Соглашению о выполнении прикладных научных исследований с Министерством образования и науки Российской Федерации №14.579.21.0031 от 05.06.2014 г. Работа выполняется в ЗАО НПВП «Турбокон». Уникальный идентификатор: RFMEFI57914X0031.

Публикация подготовлена при финансовой поддержке работ по Соглашению о выполнении прикладных научных исследований с Министерством образования и науки Российской Федерации №14.576.21.0049 от 26.08.2014 г. Работа выполняется в ЗАО НПВП «Турбокон». Уникальный идентификатор: RFMEFI57614X0049.

1. **Air-Cooled** Condenser Design, Specification, and Operation Guidelines. Final Report. [Электронный ресурс] // EPRI – Electric power research institute. USA. December 2005. URL: https://publicdownload.epri.com/PublicDownload.svc/product=000000000001007688 (дата обращения: 21.05.2013).
2. **The World's** Largest Power Plants: The Top 100 - Part IV [Электронный ресурс] // Power Plants Around the World Photo Gallery. Дата обновления: 12.10.2014. URL: http://www.industcards.com/top-100-pt-4.htm (дата обращения: 06.04.2015).
3. **ModuleAir™** air cooled condenser [Электронный ресурс] // SPX COOLING TECHNOLOGIES. 2014. URL: http://spxcooling.com/pdf/uk_IN-DryMA2-14.pdf (дата обращения: 31.03.2015).
4. **Каталог** энергетического оборудования. М.: Изд-во Газотурбинные технологии, 2015.

НПВП Турбокон, ЗАО
Россия, 248010, г. Калуга, ул. Комсомольская роща, 43
т.: +7 (4842) 55-0474, ф.: +7 (4842) 55-0474
turbocon@kaluga.ru www.turboconkaluga.ru

Модернизация бустерных насосов для блоков сверхкритических параметров пара. (Группа ГМС)

Головной научно-технический центр АО «ГМС Ливгидромаш», филиал в г. Москве
Тришкин Сергей Константинович, Немков Арсений Анатольевич,
Твердохлеб Игорь Борисович.

На действующих паросиловых теплофикационных блоках с турбиной Т-250/300-240 и конденсационных блоках с турбиной К-300-240, рассчитанных на сверхкритические параметры пара, для питания энергетических котлов установлены питательные насосы в составе:

-основного питательного турбонасоса насоса 100% производительности ПТН-1100-350-24 с приводом от паровой турбины;

-пускорезервного питательного электронасоса 60% производительности ПЭ 600-300-2 с приводом от электродвигателя;

-трех бустерных насосов ПД 650-160, создающих подпор для бескавитационной работы, как основного, так и пускорезервного насоса.

В настоящем докладе пойдет речь о бустерных насосах ПД 650-160 и ПД 650-160-2, изготавливаемых на предприятиях Группы ГМС.

Ранее выпускались насосы 12ПД-8 и ПД 650-160. В процессе эксплуатации вышеуказанных насосов имелись размывы корпуса и крышки насоса, были замечания по работе подшипниковых узлов.

С целью устранения недостатков, увеличения межремонтного срока службы до 12 лет, снижения энергопотребления насоса, а также снижения затрат на ремонт и обслуживание насоса проведена глубокая модернизация насосов ПД 650-160. Новые насосы получили маркировку ПД 650-160-2. Разрез насоса ПД 650-160-2 представлен на рисунке 1.

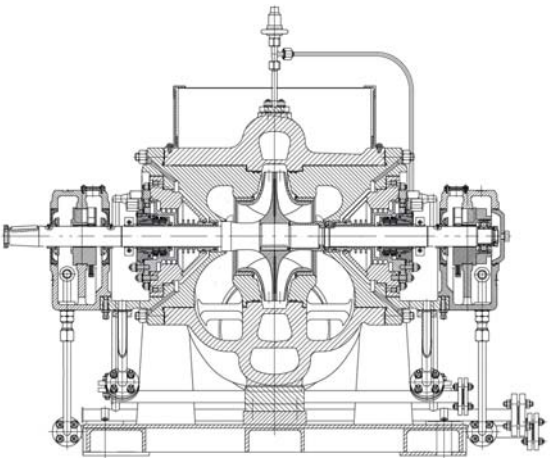


Рис. 1. Разрез насоса ПД 650-160-2.

Насосные агрегаты на базе модернизированного насоса ПД 650-160-2 имеют следующие особенности:

- Обеспечена полная взаимозаменяемость насосов до и после модернизации. Сохранены присоединительные и габаритные размеры насоса, обеспечивающие установку модернизированного насоса на места ранее установленных ПД 650-160 и 12ПД-8.
- Насос выполнен с вертикальным разъемом крышек корпуса. Корпус насоса цельнолитой с двумя торцовыми крышками, что позволяет избавиться от эрозионного размыва в области горизонтального разъема
- В качестве материала корпуса применены высокохромистые стали аустенитно-мартенситного класса 06Х12Н3ДЛ или CA6NM по ASTM A487M 93, стойкость которых против эрозионного размыва в 8-10 раз выше, чем у стали 20Л.
- Насос комплектуется торцовыми уплотнениями, что повышает экономичность теплового цикла блока за счет практически полного отсутствия утечек питательной воды.
- Насос с двигателем соединен посредствам упруго-пластинчатой муфты с проставком длиной 150 мм, необходимым для замены торцового уплотнения. Муфта не требует смазки, улучшает вибросостояние агрегата за счет наличия упругих элементов в своей конструкции.
- Выходные кромки лопастей правой и левой половины рабочего колеса выполнены со смещением относительно друг друга, снижена виброактивность насоса.
- Улучшена проточная часть, КПД модернизированного насоса на 7% выше аналогичного значения в насосе ПД 650-160 . Характеристика насоса до и после модернизации представлена на рисунке 2.

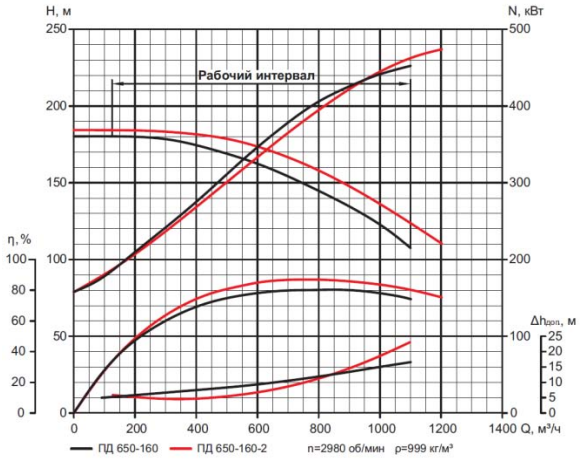


Рис. 2. Характеристики насоса до и после модернизации.

О показателях надёжности насоса ПД 650-160-2 можно судить по многолетнему (более 10 лет) опыту эксплуатации бустерных насосов ПТА 3800-20-1 на блоках АЭС с реакторами ВВЭР 1000, а также ПД 1600-180-2 на блоках 800 МВт тепловых электростанций. Конструкция указанных насосов, а также технические решения, реализованные в них, соответствуют ПД 650-160-2. Ревизия этих насосов проводится не чаще чем раз в четыре года, при этом замене подлежат только резиновые уплотнительные кольца и плоские прокладки. Первый модернизированный насос ПД 650-160-2 был установлен на ТЭЦ-23 Мосэнерго в 2012 году, к настоящему моменту насосы ПД 650-160-2 работают на ТЭЦ-23 Мосэнерго, ТЭЦ-26 Мосэнерго, Ириклинской ГРЭС. По информации с мест эксплуатации, капитальных ремонтов указанных насосов до настоящего времени не производилось.

Особенностью насоса ПД 650-160 является его широкий рабочий диапазон по подаче (от 130 до 1100 м3/ч), необходимый для обеспечения работы блока одним насосом в случае аварии, чем обусловлено применение электродвигателя мощностью 500 кВт в насосе ПД 650-160. В связи с повышением КПД у модернизированного насоса появилась возможность использовать электродвигатель мощностью 400 кВт, что даёт экономию денежных средств при покупке двигателя и его эксплуатации.

Таким образом, предлагается замена насосов ПД 650-160 и 12ПД8, находящихся в эксплуатации на ТЭС, на более надёжный, современный и экономически более эффективный тип насосов ПД 650-160-2. Общий вид насоса представлен на рисунке 3.

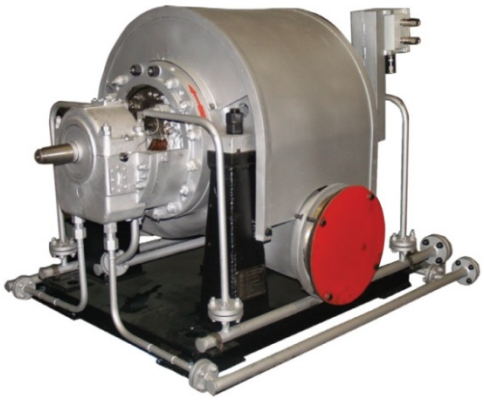


Рис. 3. Общий вид насоса.

Сравнение совокупной стоимости владения насосов ПД 650-160 и ПД 650-160-2.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Расчет Группы ГМС	
Исходные данные				
1	Марка насоса		ПД 650-160	ПД 650-160-2
2	Расход	$м^3/ч$	650	650
3	Напор	м	160	160
4	КПД	%	74	86
5	Потребляемая мощность в номинальном режиме	кВт	341,08	293,49
6	Срок эксплуатации	год	10	10
7	Ресурс до капитального ремонта	час	до 10 000	60 000
8	Ориентировочная стоимость капремонта	тыс. руб.	200	65

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Расчет Группы ГМС	
Результаты расчета				
1	Годовое потребление электроэнергии насосом	кВт*ч	2 080 588	1 790 289
2	Себестоимость 1 кВт электроэнергии для предприятий тепловой энергетики (принято условно)	руб.	1,50*	1,50*
3	Стоимость электроэнергии за весь период эксплуатации (10 лет)	тыс. руб.	31 208,82	26 854,34
4	Затраты на обслуживание и ремонт за весь период эксплуатации (10 лет)	тыс. руб.	1 000	65
5	Полная стоимость владения (ТСО)	тыс. руб.	33 708,82	31 410,34
6	Экономический эффект	тыс. руб.	2 298,48	

*Себестоимость принята условно в размере 1,5 руб.

На основе проведенного расчета срок окупаемости насоса ПД 650-160-2 составит от 5 до 6 лет эксплуатации (см. рисунок 4).

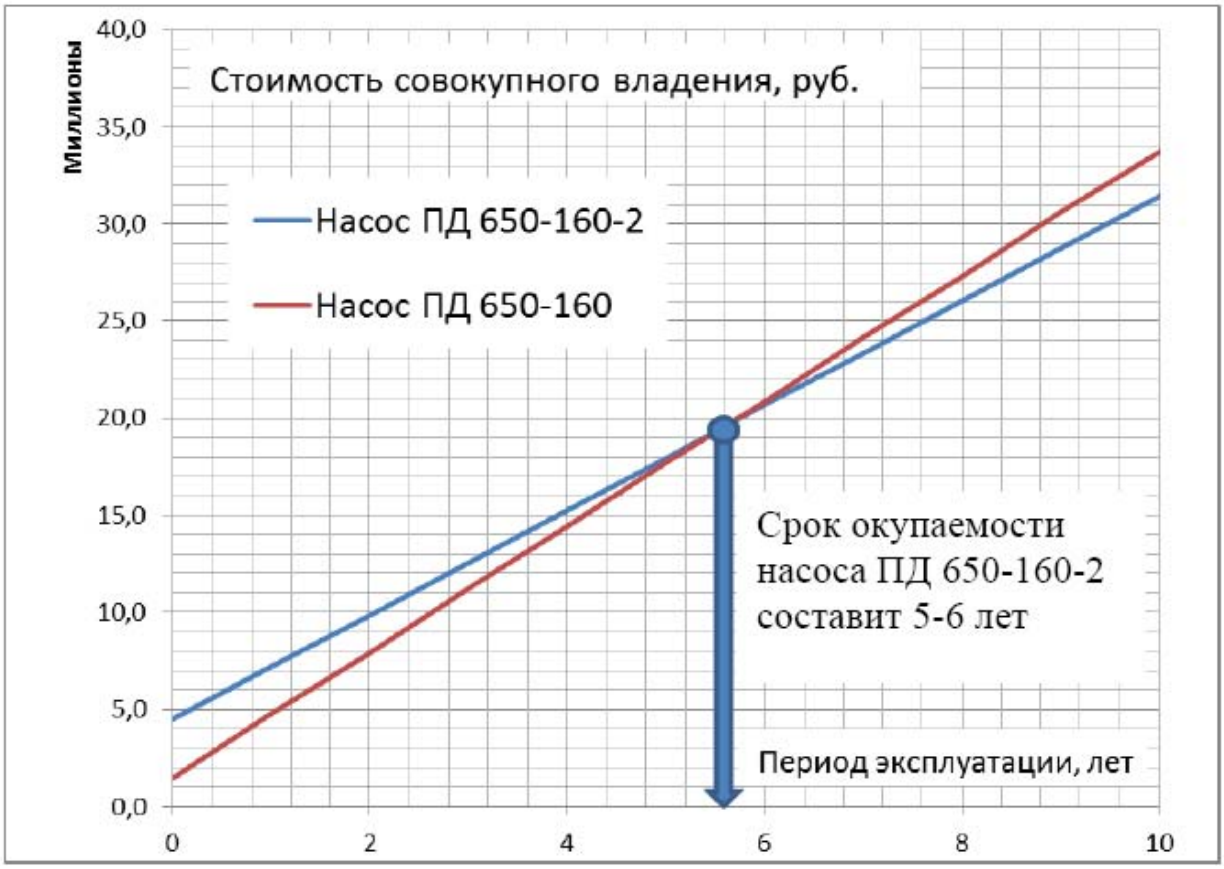


Рис. 4. Окупаемость насосов ПД 650-160-2.

Группа ГМС, АО
Россия, 125252, г. Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12
т.: +7 (495) 664-8171, ф.: +7 (495) 664-8172
hydro@hms.ru www.hms.ru www.grouphms.ru

Flygt Experior: Добро пожаловать в новую эру перекачивания сточных вод. (ООО «Ксилем Рус»)

ООО «Ксилем Рус», В.А. Зинаков, А.С. Ефремов,В.С. Мартышев, Д.В. Филимонов

По-настоящему непревзойденная надежность и эффективность работы Канализационной Насосной Станции достигается только при объединении современного насосного оборудования с системами управления, запрограммированными с учетом тонкостей работы с реальным стоком.

Рис. 1: Первый в мире погружной насос

Рис. 2: FlygtExperior

В 1947 году шведская компания Flygt, создав первый в мире погружной насос, совершила инновационный прорыв в области насосостроения. Тот насос, напоминающий по форме клетку попугая, сильно отличался от современного погружного канализационного насоса, но время шло, а компания Flygt не уставала удивлять мир все новыми и новыми уникальными разработками.

С тех пор прошло немало времени, менялись собственники компании, формы и параметры насосов претерпевали изменения, но неизменными оставались лишь приоритеты компании – максимальная надежность, эффективность и простота.

Сегодня, бренд Flygt принадлежит компании Xylem, которая владеет рядом заводов, производящих оборудование для водоснабжения, водоотведения и водоочистки. А Flygt в свою очередь – признанный лидер в перекачивании сточных вод.

Результатом последнего инновационного прорыва стало понимание, что самого современного и надежного насоса порой бывает недостаточно для достижения стабильной работы КНС. Инженеры Flygt доказали, что по-настоящему надежная и энергоэффективная КНС получается только тогда, когда объединяется надежное насосное оборудование и современная самонастраиваемая система управления, разработанная специально для управления насосом в КНС.

В итоге была создана уникальная серия Flygt Experior – система для КНС из двух насосов, объединившая передовую самоочищающуюся гидравлику, высокоэффективные электродвигатели и предпрограммированные блоки управления.

Гидравлика.

При работе с реальным стоком существуют проблемы засорения рабочего колеса волокнистыми и твердыми включениями, путем их налипания на передние кромки рабочего колеса. Данный процесс сопровождается постоянным снижением эффективности и, в конечном итоге, приводит к остановке насоса.

Flygt использует самоочищающиеся рабочие колеса типа N. Это позволяет поддерживать стабильно высокую эффективность, экономя минимум 25% энергии, по сравнению с канальным рабочим колесом. Поскольку рабочее колесо поддерживается в чистом состоянии, риск блокировки насоса минимален.

Некоторые насосы с N-технологией обладают адаптивными функциями (способностью увеличения условного прохода, когда это необходимо). Прибавьте к этому различное сочетание материалов гидравлики и вы получите возможность адаптировать насос к любой области применения. Работа с большим содержанием песка или волокнистых включений, с густым или коррозионным стоком теперь не проблема.

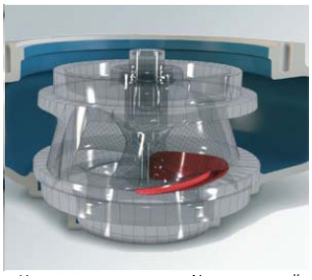


Рис. 3. N-Гидравлика

Двигатель

Нужно заметить, что Flygt самостоятельно проектирует и изготавливает электродвигатели. Наряду с асинхронными двигателями индукционного типа Flygt применяет двигатели на постоянных магнитах с возможностью прямого пуска(LSPM) класса Premium Efficiency. Моторы LSPM позволяют сэкономить до 4% энергии. Независимо от типа двигателя его охлаждение осуществляется безупречно.

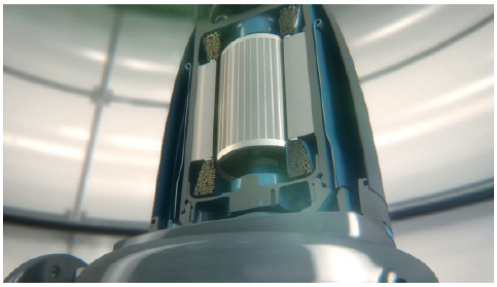


Рис. 4. Двигатель и система охлаждения насоса Flygt

Система управления

Далеко не все производители систем управления понимают все тонкости настройки контроллера под реальный сток. Система управления от Flygt предварительно запрограммирована профессионалами в области перекачивания сточных вод. Она состоит из блока управления SmartRun, датчика давления для определения реального уровня воды в КНС и поплавкового датчика уровня для сигнализации переполнения станции.

Рис. 5. Основные компоненты системы управления

Сердцем данной системы является SmartRun – блок управления, состоящий из предварительно запрограммированного контроллера и Преобразователя Частоты. SmartRun объединяет преимущества работы с регулируемой скоростью с некоторыми уникальными функциями управления, специально разработанными для КНС, такими как: минимизация расхода энергии, очистка насоса, очистка дна КНС, очистка труб, защита насоса и привода, плавный пуск и останов.

Рис. 6. SmartRun

Функция минимизации расхода энергии работают в режиме постоянной подстройки к реальному притоку, рассчитывая затраченную энергию за последние 24 часа и постоянно подбирая новую оптимальную скорость, остальные функции работают периодически, повышая надежность энергоэффективность работы станции. В отдельных случаях экономия достигает 30%.

Система запрограммирована и готова к работе. Все, что Вам нужно – это задать уровни старта и останова и нажать на кнопку.

Применяя Flygt Experior, можно достичь не только непревзойденной надежности станции за счёт совершенной гидравлики и выполнения сервисных функций, но и максимальной экономичности из-за революционной саморегулируемой системы управления.

Вдохновленные Вашими желаниями, мы применили все наши знания и опыт для создания первоклассного продукта. Опережая время, появляется Flygt Experior, принося с собой самое энергоэффективное и надежное решение для перекачивания сточных вод.

Сегодня Flygt Experior - это знак качества, подтверждающий, что Вы используете самое лучшее.

Ксилем Рус, ООО
Россия, 115280, Москва, ул. Ленинская Слобода, 19
т.: +7 (495) 223-0852, ф.: +7 (495) 223-0851
xylem.russia@xyleminc.com www.xylem.ru

Новейшие технологии и оборудование для водоочистки, водоподготовки, водоснабжения и водоотведения в энергетике, металлургии, машиностроении, цементной, химической, целлюлозно-бумажной, нефтегазовой и других отраслях промышленности.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Инновационные разработки для повышения ресурса, эффективности энергооборудования: лазерная наплавка кромок рабочих лопаток ЦНД турбин и плазменная наплавка молотков дробилки ГРЭС. (ООО «Технологические системы защитных покрытий»)

ООО «Технологические системы защитных покрытий», Неуймин Валерий Михайлович, Главный эксперт по энергетике и энергомашиностроению, к.т.н.

Новые технологии ремонта и изготовления оборудования в энергетическом машиностроении появляются не часто. Более четверти века в высокотехнологичных отраслях (аэрокосмическая промышленность, авиационное машиностроение) применяются технологии газотермического напыления (ГТН) функциональных защитных покрытий [1], лазерной [2] и плазменной [3] наплавки, позволяющие получать оптимальные эксплуатационные свойства поверхности деталей, сборочных единиц оборудования и металлоконструкций.

Использование поименованных технологий при ремонте и изготовлении деталей и сборочных единиц позволяет повысить надёжность и конкурентоспособность энергооборудования в целом.

Эксплуатируемое на электростанции оборудование претерпевает различные виды износа: на поверхности деталей оборудования со временем появляются следы эрозионно-коррозионных, коррозионных, абразивных и иных видов повреждений. Требуется восстановление/замена деталей.

Многофакторность процесса ГТН покрытий обуславливает его чувствительность к отклонениям в режиме напыления, повышает значимость контроля качества покрытия. Основные характеристики защитных покрытий, получаемых методами ГТН покрытий (высокоскоростной, газопламенный, детонационный, плазменный методы, электродуговая металлизация) и наплавки (лазерная, плазменная), примеры использования технологий в электроэнергетике приведены в [4].

Ниже приведены предложения ООО «Технологические системы защитных покрытий (ТСЗП) по восстановлению и упрочнению рабочих лопаток (РЛ) последних ступеней турбин К-300-23,5 (К-300, ЛМЗ) и молотков дробилок СМ 170Б систем топливоподготовки пылеугольных энергоблоков.

Восстановление и лазерная наплавка входной кромки РЛ паровой турбины К-300.

Замена РЛ, замена рабочих колёс ступеней паровых турбин – дорогостоящее мероприятие. Закупка лишь одного комплекта (в комплекте 94 лопатки) РЛ для последней ступени турбины К-300 для замены РЛ, «утративших» стеллитовые пластины или по иным причинам, обходится заказчику в 6 млн. руб. (без НДС, цены 1 кв. 2008 г.). Переоблопачивание рабочего колеса последней ступени РНД (без снятия диска) в базовых ценах составляет 600 000 руб. (в данную стоимость включены затраты на механическую обработку хвостовиков РЛ, изготовление заклёпок и др.) [5].

Изучение условий работы и механизма эрозионного износа РЛ паровых турбин ТЭС предшествует выбору технологий упрочнения их кромок от эрозионного износа. РЛ последних ступеней турбины К-300 изготавливаются из стали марки ЭИ 961-Ш). Входные кромки лопаток защищены стеллитовыми (стеллит марки ВЗК) пластинами. В процессе эксплуатации стеллитовые пластины подвергаются коррозионно-эрозионному износу. В результате отклонений в технологии припайки пластин или нарушения режимов эксплуатации пластины могут «слетать» с лопатки. Эрозионно-абразивный износ пластин или их «утрата» требуют замену или ремонт РЛ.

* Условия работы РЛ последних ступеней паровых турбин ТЭС предопределяют:

- величина центробежной силы (ЦБС), действующей на РЛ быстроходных паровых турбин, работающих с частотой 50 (60) Гц), достигает 100 т и более;

- величины напряжений, возникающих при работе турбины, в верхней трети РЛ 34 и 39 ступеней равны: максимальные растягивающие от ЦБС – 480, максимальные изгибные от паровой нагрузки на входной кромке – 81,8, максимальные суммарные на входной кромке от ЦБС и паровой нагрузки – 414,3, максимальные эквивалентные на входной кромке – 363,6 МПа;

- работа паровых турбин на режимах с малыми объёмными расходами рабочего пара в ЦНД (в конденсатор) (режимы теплофикационный, пусков-остановов, холостого хода, аварийного сброса нагрузки, моторный или синхронного компенсатора, горячего вращающегося резерва) сопровождается возникновением вентиляционных потерь мощности, вентиляционных разогревов, увеличенными в 3-4 раза изгибными напряжениями по сравнению с изгибными напряжениями на номинальном режиме (связаны с возбуждением нелинейных аксиальных колебаний с частотой, кратной частоте вращения вентиляционного потока в зазоре между сопловой диафрагмой и решёткой РЛ, вследствие регулярного воздействия неравномерности вращающегося вентиляционного потока путём попеременного растяжения и сжатия его проходного сечения, которые способны привести к поломкам РЛ [6]);

- работа ЦНД паровых турбин в среде влажного пара, вызывающего эрозионный износ входных и выходных кромок, тела РЛ последних ступеней. Основная причина эрозионного износа РЛ последних ступеней ЦНД паровых турбин в условиях эксплуатации - явление кавитации, возникающее при ударно-капельном воздействии влажного пара с профилем РЛ. Механизм эрозионного износа кромок РЛ паровых турбин основан на возникновении и развитии микро- и макротрещин усталостного разрушения;

- работа турбинной ступени в условиях возникновения электролитической коррозии (появление солей и кислот в рабочем паре);

- нахождение турбин в условиях стояночной коррозии (возможно попадание кислорода воздуха в проточную часть турбины преимущественно в период останова турбины);

- работа турбинных ступеней при внезапных появлениях гидравлических ударов в отборах низкого давления турбины при нарушении технологии организации пусковых операций;

- работа РЛ с напряжениями, вызванными технологическими операциями их изготовления.

* Особенности эрозионного износа РЛ длиной 960 мм турбин ТЭС.

Основная причина эрозионного износа РЛ последних ступеней ЦНД паровых турбин в условиях эксплуатации - явление кавитации, возникающее при ударно-капельном воздействии влажного пара с профилем РЛ. Механизм эрозионного износа кромок РЛ паровых турбин основан на возникновении и развитии микро- и макротрещин усталостного разрушения.

Исследования, проведенные ОАО «НПО «ЦКТИ», ОАО «ВТИ» и др. организациями на ТЭС страны, свидетельствуют о том, что эрозионный износ РЛ длиной 960 мм унифицированного ЦНД турбин СКД имеет ряд особенностей:

- большую протяжённость эрозионных повреждений по высоте лопатки L с ярко выраженными зонами повышенного износа у вершины и в областях 0,8-0,5 L (ярусный износ);

- наличие обширной зоны эрозионного износа (шириной до 15 мм и более) за пределами стеллитовой защиты со сквозной эрозией профиля РЛ у вершины и между бандажными связями;

- эрозию выходных кромок РЛ со стороны спинки от корня до среднего диаметра;

- массовый обрыв стеллитовых пластин РЛ последних ступеней турбин, особенно, в модификациях с цельнофрезерованными бандажами;

- эрозионный износ обращённых в сторону вращения поверхностей замковых участков цельнофрезерованных бандажных полок (на 1-2 мм по толщине и до 15 мм по окружности);

- сравнительно небольшой объём эрозионных повреждений входных и выходных кромок РЛ в безотборных потоках ЧНД ЦСД турбин К-300.

Характер распределения эрозионно-опасной влаги и темпа каплеударной эрозии по высоте РЛ последней ступени ЦНД на номинальном режиме и режиме расхолаживания свидетельствует:

- в режиме расхолаживания темп эрозионного износа на 1,5-2,0 порядка выше, чем при номинальном режиме, несмотря на примерно одинаковый расход эрозионно-опасной влаги. Причинами этого являются (расчётная оценка выполнена по методике ОАО «НПО ЦКТИ» специалистами института) увеличение размеров капель и скорости их соударения с РЛ, обусловленное уменьшением скорости и плотности несущего парового потока, и повышение плотности орошения верхней части пера лопатки из-за роста концентрации влаги на периферии;

- наиболее крупные капли имеют размеры 220-230 мкм и скорости около 140 м/с. Скорости более мелких капель достигают 180 м/с. Большинство этих капель попадает на входную часть спинки РЛ, защищённой стеллитовыми пластинками. При этом, темп износа стеллита на входной кромке РЛ в 5-7 раз выше, чем на её спинке;

- однако, до 20-25 % капель (по массе) попадает на спинку РЛ за стеллитовыми пластинками. Темпы износа этих участков соизмеримы с темпами износа входной кромки пластин стеллита и существенно превосходит аналогичный показатель стеллита на спинке профиля РЛ;

- у обандаженных РЛ темп износа профиля за стеллитом вдвое выше, чем у безбандажных, что объясняется более высокими показателями каплеударного нагружения (диаметр капель, количество влаги и, особенно, скорости соударения);

- причиной массового обрыва стеллитовых пластин на входной кромке РЛ предположительно являются не только коэффициент их температурного расширения, но и упругое удлинение и изгиб входной кромки РЛ под действием внецентренного растяжения, тогда как пластинки практически не деформируются ввиду отсутствия на них растягивающих усилий. Большее количество обрывов пластин, наблюдаемое у РЛ с цельнофрезерованными бандажными полками, может быть обусловлено дополнительным растяжением и изгибом РЛ от действия центробежных сил полки и её свисания в сторону вращения рабочего колеса паровой турбины.

* Технологии восстановления и упрочнения (ремонта) РЛ паровых турбин К-300-23,5 [5].

Ремонтные компании восстановление РЛ осуществляют с использованием аргонодуговой, плазменной и газопорошковой наплавки основного материала, электроискрового легирования, нанесения ионно-плазменных покрытий на поверхность пера РЛ, повторной припайки стеллитовых пластин. При этом, увеличение стойкости РЛ к эрозионному износу не превышает 2-х лет [5].

При изготовлении РЛ паровых турбин в России традиционно используются стали мартенситного класса, поэтому, важнейшим условием восстановления тела лопатки является минимизация теплового воздействия на основной металл для исключения формирования зон подкалки. Использование указанных выше технологий ремонта не исключает появление зон подкалки входных кромок РЛ. ТСЗП в 2014 г. предложена технология лазерной наплавки порошкового стеллита на входную кромку РЛ последней ступени турбины К-300 взамен припайки стеллитовых пластин [7] (патент на изобретение № 2545878). При этом, на поверхность входной кромки РЛ наносится покрытие путём расплавления лазерным лучом основы

и присадочного материала. Основа (материал РЛ) незначительно подплавляется. Поэтому, свойства покрытия зависят, в основном, от свойств присадочного материала. Процесс лазерной наплавки проходит в ряд стадий, включающих создание физического контакта, химического взаимодействия – поглощения лазерного излучения, протекание объёмных процессов с образованием прочных связей в объёме провзаимодействовавших материалов. Активация контактной поверхности при наплавке основы осуществляется путём воздействия сфокусированного излучения, вызывающего локальный нагрев с образованием ванны расплава, в которую подаётся присадочный материал. Высокая концентрация энергии в пятне нагрева создаёт возможность проведения процесса при повышенных скоростях обработки, что обеспечивает: формирование наплавленного слоя с малым коэффициентом перемешивания в результате незначительного подплавления основы; минимальное термическое воздействие на основной материал, что особенно важно для материалов, претерпевающих структурные и фазовые превращения; малые остаточные деформации наплавленных деталей. Распространение температурного поля по материалу основы, температура пера РЛ при наплавке в период восстановления геометрии лопатки контролировались в нескольких точках с помощью тепловизора. В последующем восстановленный участок пера РЛ механически обрабатывали до требуемых размеров. Контроль наплавленного слоя на наличие трещин проводился методом цветной дефектоскопии. Полученные данные помогли подобрать оптимальную траекторию движения лазерного луча по поверхности лопатки. Формирование наплавленного слоя осуществлялось с минимальными остаточными напряжениями, что позволяло сохранить первоначальный профиль пера РЛ. Контроль качества РЛ осуществлялся путём контроля технологических параметров процесса, капиллярной дефектоскопии и контроля зон подкалки с использованием прибора типа ЗОНД ВД-96.

Проведенные в 2015 г. Центром «Износостойкость» при МЭИ испытания на образцах показали существенное повышение стойкости наплавки порошкового стеллита к абразивному износу под воздействием влажно-парового потока с частицами влаги размером 800 мкм по сравнению со стойкостью припаяных стеллитовых пластин на входную кромку РЛ в несколько раз.

Освоение разработанной ТСЗП технологии ремонта (восстановление геометрии и упрочнение входной кромки РЛ методом лазерной наплавки порошкового стеллита) осуществляется на филиале ремонтно-сервисного предприятия ООО «КВАРЦ Групп» (г. Волгореченск Костромской области).

Плазменная наплавка молотка дробилки СМ 170Б системы топливоприготовления энергоблока 300 МВт филиала «Черепетская ГРЭС» ОАО «ИНТЕР РАО – Электрогенерация».

Молотковые дробилки разной конструкции широко применяются на пылеугольных ТЭС. В процесс эксплуатации молотки подвергаются интенсивному абразивному износу. За время работы масса молотка до замены или до восстановления (в большинстве случаев молотки не восстанавливаются, а заменяются из-за относительной дешевизны их серийного изготовления) уменьшается на 25-30%. Стойкость молотков при работе энергоблоков 140 МВт Черепетской ГРЭС на угле марки СС не превышает 750-800 ч. Потребность в молотках измеряется в сотнях тысяч штук: повышение износостойкости молотков, способы их эффективного восстановления – актуальная задача.

Для восстановления и упрочнения изношенных молотков могут быть применены различные способы наплавки: ручной, электрошлаковый, ванно-дуговой, полуавтоматический порошковыми проволоками, автоматический ленточным порошковым электродом под слоем флюса, автоматический порошковой лентой с открытой дугой. Наиболее эффективный из них – метод электрошлаковой наплавки (положительное решение на изобретение № 2007117236), повышающей износостойкость восстановленных молотков в ~2,5 раза. Затраты на восстановление молотка по данной технологии составляют примерно 50% от стоимости закупки серийного изделия.

С целью рассмотрения возможности снижения издержек на ГРЭС, вызванных частой заменой молотков дробилок, в 2015 г. по инициативе ТСЗП на филиале «Черепетская ГРЭС имени Д.Г. Жимерина» ПАО «Интер РАО - Электрогенерация» (г. Суворов Тульской области) проведен первый этап испытаний восстановленного до геометрических размеров после износа и упрочнённого методом плазменной наплавки молотка СМ 170Б-2-0-27. На топливоподаче блока 140 МВт установлены 4 дробилки СМ 170Б. В каждой дробилке на 6 валах установлено по 20 молотков массой по 11,4 кг каждый. Молотки отливаются из стали марки 110 Г13Л [8]. В топке парогенератора энергоблока ГРЭС до 2016 г. сжигался кузнецкий уголь марки СС. Эксплуатация комплекта молотков (120 шт.) на каждой дробилке до замены продолжается в течение 750-800 ч.

Восстановление геометрии опытного молотка выполнено методом электродуговой наплавки в среде углекислого газа с применением сварочного полуавтомата EWM TAURUS 451 DW BASIC и использованием омеднённой проволоки Св-08Г2 диаметром 2,0 мм. Износостойкое покрытие толщиной 3,0-3,5 мм нанесено на рабочую поверхность молотка на установке автоматизированной плазменной наплавки PPC-250 (ТУ 3645-011-67275114-2012) с использованием самофлюсующегося порошка Плакарт 02.29 - Pt системы NiCrMoNb фракцией 53-150 мкм.

В заключение следует отметить:

- анализ используемых при изготовлении РЛ паровых турбин материалов и технологий, условий эксплуатации и возможных дефектов, физических основ прочности, пластичности и разрушения материалов и причин, определяющих связь между технологиями изготовления РЛ и их

эксплуатационными свойствами, позволяет создать РЛ нового поколения для последних ступеней современных паровых турбин;

- лабораторные испытания образцов на эрозионный износ обнадёживают: лазерная наплавка порошкового стеллита на входные кромки РЛ последних ступеней турбины К-300 позволит в разы увеличить стойкость к коррозионно-эрозионному износу входных кромок РЛ по сравнению со стойкостью к аналогичным видам износа входных кромок РЛ, упрочнённых путём припайки стеллитовых пластин;
- использование лазерной наплавки для ремонта или изготовления РЛ последних ступеней, изготовленных из разных марок сталей, требует дальнейшей отработки и проведения ускоренных лабораторных испытаний, а также испытаний в натурных условиях;
- результаты первого этапа испытаний в течение 96 ч молотка СМ 170Б-0-2-27 с упрочнённой методом плазменной наплавки рабочей поверхностью молотка дробилки СМ 170Б энергоблока 140 МВт Черепетской ГРЭС свидетельствуют о том, что износостойкость опытного молотка превышает износостойкость серийных молотков, отлитых из стали 110 Г13Л и упрочнённых методом электрошлаковой наплавки: мероприятие эффективно;
- информация о результатах лазерной наплавки входной кромки РЛ последней ступени турбины К-300, восстановлению геометрии и плазменной наплавки рабочей поверхности молотка СМ 170Б-2-0-27 дробилки СМ 170Б системы топливоподготовки энергоблока 140 МВт Черепетской ГРЭС ТСЗП 15.04.2015 г. представлена участникам совещания в Фонде «Сколково» и СКБ «Турбина» ОАО «ЛМЗ».

1. Газотермическое напыление: Учебное пособие /Колл. авт.; по общей ред. Л.Х. Балдаева. 2-е изд. М.: ООО «Старая Басманная». 2015. – 540 с.
2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2006. – 664 с.
3. Гладкий П.В. [Текст]: Плазменная наплавка. /П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплётчиков, И.А. Рябцев. – Киев: Изд. «Экотехнологія». 2007. – С. 64-72.
4. Неуймин В.М., Игнатова С.А. Применение технологий газотермического напыления покрытий и наплавки в электроэнергетике. – Надёжность и безопасность энергетики. 2016 № 1 (32).
5. Неуймин В.М. О мерах по снижению эрозионного износа рабочих лопаток современных паровых турбин ТЭС. – Энергетик. 2011 № 3. – С. 15-20.
6. Неуймин В.М. Методы оценки вентиляционных потерь мощности в ступенях паровых турбин ТЭС. – Теплоэнергетика. 2014 № 10. - С. 73-80.
7. Грачев О.Е., Неуймин В.М., Настека Д.В. Повышение эффективности ремонтов, изготовления и эксплуатации оборудования ТЭС путём применения технологий газотермического нанесения покрытий и лазерной наплавки. – Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2015 № 6. - С. 53-61.
8. ГОСТ 2176-77 Отливки из высоколегированной стали со специальными свойствами. Общие технические условия. – М.: Изд. стандартов. – 30 с.

Технологические системы защитных покрытий, ООО
Россия, 142172, Московская область, г. Щербинка, Симферопольское шоссе, дом 19.
т.: +7 (495) 783-8220, ф.: +7(495) 646-1640
info@tspc.ru www.tspc.ru

Магнитная ферритометрия тепловой неравномерности аустенитных пароперегревателей котлов ТЭС. (ОАО «ВТИ»)

ОАО «ВТИ», Богачев В.А., Кужненков А.А., Пшеченкова Т.П., Шумовская М.А.

Современная оценка остаточного ресурса пароперегревателей котлов ТЭС [1] проводится по вырезкам из змеевиков. Пароперегреватели работают в условиях тепловой неравномерности, приводящей к неравномерному разупрочнению металла [2]. Тепловая неравномерность возникает из-за неравномерного распределения расхода пара по змеевикам, неравномерного поля температуры и неоднородного поля скорости дымовых газов на входе в пароперегреватели. Чтобы оценка остаточного ресурса соответствовала состоянию пароперегревателей, вырезки, а их количество, как правило, три – шесть, должны производиться из группы змеевиков с учетом тепловой неравномерности. Разверенные змеевики с максимальной температурой эксплуатации и минимальным остаточным ресурсом должны быть включены в эту группу. Согласно [1, 3], места для вырезок следует выбирать на основании данных ультразвуковой толщинометрии и магнитного контроля змеевиков пароперегревателей.

Из практики следует, что выборочная и даже полная толщинометрия не выявляет тепловую неравномерность и разверенные змеевики аустенитных пароперегревателей котлов, работающих преимущественно на газе и угле. Магнитный контроль по амплитуде нормальной составляющей вектора напряженности магнитного поля рассеяния в соответствии с [1, 4] применяется только для поверхностей нагрева из перлитных сталей и не распространяется на аустенитные пароперегреватели. Из-за отсутствия надёжных неразрушающих методов контроля результаты определения остаточного ресурса по вырезкам не в полной мере характеризуют состояние пароперегревателей из аустенитных сталей. Наиболее перспективной для выявления тепловой неравномерности и разверенных змеевиков аустенитных пароперегревателей является магнитная ферритометрия структурных превращений.

Металлографическим исследованием пароперегревателей из аустенитной хромоникелевой стали марки 12Х18Н12Т котлов, работающих даже непродолжительное время на мазуте, было установлено, что после эксплуатации в металле на наружной поверхности змеевиков остается след в виде структурно измененного по сравнению с матрицей слоя. Измерение содержания ферритной фазы с помощью магнитного ферритометра МФ-51НЦ AKASKAN [5] выявило ферромагнитное свойство этого слоя. Впервые о наличии ферромагнитной фазы в змеевиках из парамагнитной в исходном состоянии стали марки 12Х18Н12Т сообщалось в [6]. Было высказано предположение, что носителем магнитного потока является поверхностный слой, образующийся в результате структурных превращений в металле при эксплуатации.

Электронное изображение поверхности змеевика из стали марки 12Х18Н12Т конвективного пароперегревателя высокого давления прямоточного газомазутного котла сверхкритического давления типа ТГМП-314 после 138835 ч эксплуатации при температуре на уровне 610ºС показано на *рис. 1*. Исследования проведенные с помощью электронного сканирующего микроскопа, оснащённого приставкой для микроанализа показали, что окалина состоит преимущественно из оксидов железа, марганца и хрома, ванадий и натрий скапливаются во внешнем слое окалины. Изменённый слой толщиной 29 – 38 мкм расположен между окалиной и матрицей, обеднён железом, марганцем и хромом, обогащён никелем, содержит островки сульфидов. Слой состоит преимущественно из фазы $FeNi_3$ с феромагнитными свойствами.

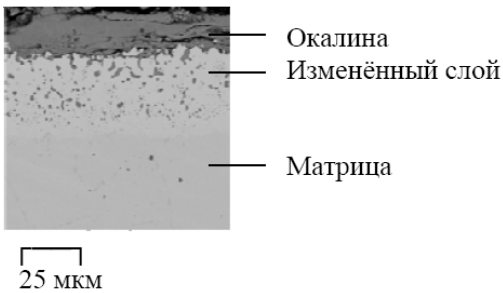


Рис. 1. Электронное изображение окалины и металла на наружной поверхности змеевика пароперегревателя из стали марки 12Х18Н12Т

Испытание стали марки 12Х18Н12Т на жаростойкость в интервале температур 600 – 700°С в течение 8000 ч в контакте с воздухом и синтетической золой из Na_2SO_4 и V_2O_5, имитирующей продукты сгорания мазута, показало [7]: толщина слоя и содержание ферритной фазы в металле слоя тем больше, чем больше температура и время испытания; по сравнению с воздухом, толщина слоя при окислении золой больше; скорость движения фронта слоя в матрицу превосходит скорость перемещения фронта общей коррозии в слой. Опытные данные по содержанию ферритной фазы в металле в контакте с золой обобщены уравнением:

$$C_{ф} = 1758 C_{O_2} \sqrt{\exp\left[-\frac{132119}{R(t+273)}\right]\tau},$$

где $C_{O_2} = 81{,}73/(t+273)$ – концентрация кислорода в воздухе, кг/м^3; R = 8,314 Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная; t – температура испытания, ºС; τ – время испытания, ч.

Испытания на ползучесть и длительную прочность показали, что вклад напряжения и деформации ползучести в коэффициент объёмной диффузии пренебрежимо мал. Образование фазы $FeNi_3$ инициировано диффузией хрома и железа из матрицы и встречной диффузией серы и кислорода в матрицу, что привело к относительному увеличению содержания никеля в поверхностном слое металла.

Обнаруженные закономерности эволюции измененного слоя послужили основой магнитной ферритометрии тепловой неравномерности и разверенных змеевиков пароперегревателей из аустенитных сталей.

В настоящем докладе приведены данные по повреждаемости конвективных пароперегревателей высокого давления (КПП ВД) и низкого давления второй ступени (КПП НД-2) котла типа ТГМП-314 на некоторых ТЭС и результаты обследования с помощью магнитного ферритометра КПП ВД и КПП НД-2 энергоблоков Каширской ГРЭС. Энергоблоки приблизительно 95% времени работали на природном газе, остальное время – на мазуте. По ходу движения дымовых газов КПП ВД находится при входе в конвективную шахту, КПП НД-2 располагается за КПП ВД. Схема включения КПП ВД и КПП НД-2 соответственно прямоточная и противоточная. Температура и давление перегретого пара на выходе из КПП ВД соответственно 545°С и 25 МПа, на выходе из КПП НД-2 – 545°С и 3,7 МПа. Пароперегреватели состоят из двух потоков “А” и “Б”, каждый из которых выполнен из 106 пакетов четырехходовых змеевиков с горизонтальной ориентацией в пространстве и шахматным расположением в пучках. В обогреваемой зоне КПП ВД и КПП НД-2 участки змеевиков четвертого хода из стали марки 12Х18Н12Т типоразмером 32 × 6 мм и 42 × 4 мм соответственно. В заводском исполнении пакеты 22, 24, 26 – 28, 30 – 32, 48, 50, 52 – 58, 74, 76, 78 – 84 потока “А” и 23 – 29, 31, 33, 49 – 55, 57, 59, 75, 76, 78 – 81, 83, 85 потока “Б” КПП ВД двухзмеевиковые. Пакеты 24, 26 – 30, 50, 52 – 56, 76, 78 – 82 потока “А” и 25 – 29, 31, 51 – 55, 57, 77 – 81, 83 потока “Б” КПП НД-2 также двухзмеевиковые. Остальные пакеты пароперегревателей трёхзмеевиковые. Двухзмеевиковые пакеты КПП ВД и КПП НД-2 занимают приблизительно 24 и 17% площади газохода соответственно. Завод – изготовитель котла таким решением создал три газовых коридора из разреженных пакетов и будущий очаг тепловой неравномерности и повреждений.

Отрицательные последствия газовых коридоров в КПП ВД и КПП НД-2 котла типа ТГМП-314 Каширской ГРЭС, Лукомльской ГРЭС и ТЭЦ-23 Мосэнерго за 12 лет эксплуатации продемонстрированы далее. Распределение повреждений (хрупких и вязких) металла змеевиков по пакетам пароперегревателей показано на *рис. 2*. Видно, что очаги повреждений расположены в зоне трёхзмеевиковых пакетов перед первым коридором, в коридорах и на периферии элементов (пакет 106). Выраженный очаг повреждений расположен между пакетами с 1 по 32 КПП ВД и с 15 по 29 КПП НД-2. Максимум в предположении нормального закона распределения повреждений приходится на пакеты 20, 51 и 77 КПП ВД и пакеты 21, 53 и 81 КПП НД-2. Число повреждений в двух- и трёхзмеевиковых пакетах КПП ВД приблизительно одинаковое, однако вероятность разрушения змеевиков разреженных пакетов в два раза выше.

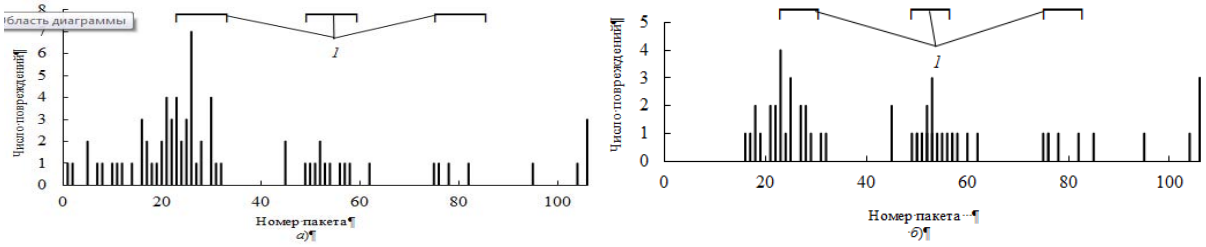


Рис. 2. Распределение повреждений по пакетам змеевиков КПП ВД (а) и КПП НД-2 (б) котла типа ТГМП-314: 1 – зона преимущественно двухзмеевиковых пакетов

Согласно металлографическому исследованию, повреждения аустенитных участков змеевиков вызваны перегревами выше расчётной или даже предельной температуры 640°С и, как следствие, увеличением скорости высокотемпературной коррозии и снижением длительной прочности металла. При работе котлов на мазуте срок службы двухзмеевиковых пакетов редко достигал 10^5 ч. Очевидно, что перегревы инициированы не только высокой скоростью дымовых газов в коридорах и значительных зазорах на периферии из-за недостатков конструкции и монтажа пароперегревателей, но и неравномерным полем температуры дымовых газов перед пароперегревателями. Температура газов сначала возрастает, достигает максимума в зоне пакетов с 21 по 30 КПП ВД и затем снижается к противоположной стене газохода. Если

бы поле температуры газов на входе в конвективную шахту было равномерным, число повреждений двухзмеевиковых пакетов было бы приблизительно равным.

Теплофизический расчет КПП ВД котла типа ТГМП-314 показал [2], что чем меньше число змеевиков в пакетах и чем больше температура дымовых газов на входе в пароперегреватель, тем выше температура пара и металла на выходе. Также теплофизический расчёт показал, что температура газов на выходе разреженных пакетов увеличивается с уменьшением числа змеевиков. Образовавшийся высокотемпературный шлейф входит в газовые коридоры КПП НД-2 и ещё более увеличивает температуру двухзмеевиковых пакетов и высокотемпературную коррозию металла, что в итоге отражается на повреждаемости КПП НД-2 (см. рис. 2). Схожие расчётные данные для КПП НД-2 с частично укороченными змеевиками приведены в [8].

На Каширской ГРЭС обследованы КПП ВД энергоблока № 4 после наработки 138835 ч, КПП ВД энергоблока № 5 после 206728 ч эксплуатации и КПП НД-2 энергоблока № 5 после наработки 123543 ч. После замены прежних пароперегревателей пакеты усовершенствованных КПП ВД энергоблока № 4 и КПП НД-2 энергоблока № 5 трёхзмеевиковые, реконструкция выполнена на Каширской ГРЭС. Пакеты КПП ВД энергоблока № 5 остались в заводском исполнении двух- и трёхзмеевиковыми. Полная или частичная замена змеевиков после начала эксплуатации не осуществлялась.

Магнитная ферритометрия проведена в конце обогреваемых участков первых змеевиков четвертого хода на расстоянии приблизительно 2,5 м от стены конвективной шахты, где согласно статистическим данным для КПП ВД и КПП НД-2 котла типа ТГМП-314 число повреждений змеевиков из стали марки 12Х18Н12Т достигает максимума. Содержание ферритной фазы измерялось в трёх точках с шагом приблизительно 50 мм вдоль тыловой (нижней), боковой (средней) и фронтовой (верхней) образующей змеевиков пакетов КПП ВД энергоблока № 4, КПП ВД энергоблока № 5 и КПП НД-2 энергоблока № 5 соответственно. Результаты измерений усреднялись.

Распределение содержания ферритной фазы $C_ф$ по пакетам змеевиков пароперегревателей котла типа ТГМП-314 показаны на *рис. 3*. Видно, что все пароперегреватели работают в условиях тепловой неравномерности. В КПП ВД энергоблока № 4 она вызвана неравномерным полем температуры дымовых газов на входе в конвективную шахту. В КПП ВД энергоблока № 5 тепловая неравномерность связана с высокой скоростью дымовых газов в разреженных пакетах. В КПП НД-2 энергоблока № 5 она вызвана неравномерным полем температуры газов, образовавшимся на выходе из разреженных пакетов КПП ВД. Из сравнения рис. 2 и 3 следует, что зоны с повреждёнными и разверенными змеевиками пакетов КПП ВД и КПП НД-2 котла типа ТГМП-314 совпадают.

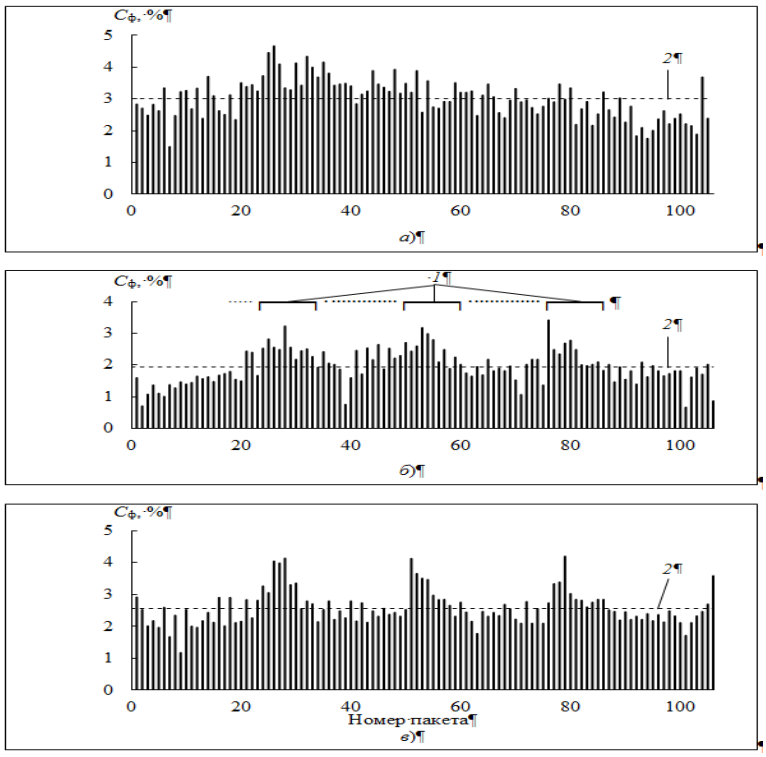


Рис. 3. Распределение содержания ферритной фазы по пакетам змеевиков потока “А” КПП ВД энергоблока № 4 (а), потока “Б” КПП ВД энергоблока № 5 (б) и потока “А” КПП НД-2 энергоблока № 5 (в) котла типа ТГМП-314:
1 – зона преимущественно двухзмеевиковых пакетов; 2 – $\overline{C}_ф$

Из рис. 3 видно, что по сравнению с остальными пароперегревателями, средняя концентрация ферритной фазы $\overline{C}_ф$ в змеевиках пакетов КПП ВД энергоблока № 5 меньше. Этот эффект объясняется тем, что по сравнению с фронтовой и тыловой образующей, местная теплоотдача для боковой образующей змеевиков при поперечном обтекании шахматных пучков также меньше.

Данные по содержанию ферритной фазы $C_ф$ в металле и, согласно [3], результаты измерительного контроля остаточной толщины стенки $s_{ост}$, металлографического анализа содержания вторичной σ-фазы $C_σ$, расчёта эквивалентной температуры эксплуатации наружной поверхности $t_{экв.н}$ контрольных вырезок из змеевиков пакетов приведены в таблице 1. Пакет 25 КПП ВД энергоблока № 4 находится в зоне максимальной температуры дымовых газов на входе в конвективную шахту. Пакет 28 КПП ВД энергоблока № 5 является разреженным. Пакет 79 КПП НД-2 энергоблока № 5 располагается в высокотемпературном шлейфе дымовых газов, образовавшемся на выходе из разреженных пакетов КПП ВД.

Таблица 1

Результаты исследования контрольных вырезок из змеевиков пароперегревателей котла типа ТГМП-314

Пакет	$C_ф$, %	$s_{ост}$, мм	$C_σ$, %	$t_{экв.н}$, °С
Поток “А” КПП ВД энергоблока № 4				
25	4,45	5,5	2,0	615
43	3,24	5,8	1,6	605
Поток “Б” КПП ВД энергоблока № 5				
6	1,00	5,2	0,7	570
28	3,22	3,9	2,7	620
68	1,81	5,0	1,0	580
Поток “А” КПП НД-2 энергоблока № 5				
37	2,21	3,5	0,7	575
79	4,19	2,8	1,9	615

Из таблицы видно, что чем больше содержание ферритной фазы в стали марки 12Х18Н12Т, тем меньше остаточная толщина стенки, больше содержание σ-фазы в металле и выше эквивалентная температура эксплуатации змеевиков. Результаты магнитной ферритометрии и металлографического исследования вырезок из змеевиков согласуются.

Выводы

1. Электронно-микроскопическое исследование наружной поверхности длительно работающего змеевика пароперегревателя из аустенитной стали марки 12Х18Н12Т выявило изменённый слой, состоящий преимущественно из ферромагнитной фазы $FeNi_3$.

2. Количество ферритной фазы в металле характеризует уровень разупрочнения змеевиков из аустенитной стали.

3. Магнитная ферритометрия позволяет надёжно определять тепловую неравномерность и разверенные змеевики аустенитных пароперегревателей.

Авторы доклада выражают признательность руководителям и специалистам отдела технической диагностики Каширской ГРЭС за организацию и помощь в проведении обследования пароперегревателей.

Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП “Центр исследования конструкционных материалов теплоэнергетики нового поколения” ОАО ВТИ.

Список литературы

1.**РД 10-577–03**. Типовая инструкция по контролю металла и продлению срока службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций. М.: НТЦ “Промышленная безопасность”, 2004.

2.**Богачев В.А., Таран О.Е.** Влияние тепловой неравномерности на температуру и надежность металла конвективных пароперегревателей // Электрические станции. 2002. № 2. С. 21–24.

3.**СО 34.17.452–98**. Методические указания о порядке проведения работ при оценке остаточного ресурса пароперегревателей котлов электростанций. М.: ВТИ, 1998.

4.**СО 34. 17.451–98**. Методические указания по магнитному контролю металла труб поверхностей нагрева котлов теплоэлектростанций. М.: ВТИ, 1998.

5.**ГОСТ 26364-90.** Ферритометры для сталей аустенитного класса. Общие технические условия.

6.**Применение** явления намагничивания для контроля тепловой неравномерности пароперегревателей из стали 12Х18Н12Т / В.А. Богачев, В.И. Санакина, С.Н. Старчиков, И.Л. Тимонин // Электрические станции. 2007. № 12. С. 22–25.

7.**Основы** контроля тепловой неравномерности пароперегревателей из аустенитных сталей с помощью ферритометра / В.А. Богачев, Д.С. Змиенко, А.Е. Корнеев, Т.П. Пшеченкова, Б.Э. Школьникова // Теплоэнергетика. 2012. № 4. С. 14–21.

8.**Богачев В.А., Пшеченкова Т.П., Школьникова Б.Э.** Температурный режим конвективного пароперегревателя с частично укороченными змеевиками // Электрические станции. 2011. № 7. С. 9–12.

[1]Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Уникальный идентификационный номер прикладных научных исследований RFMEFI57614X0085.

[2]115280, Россия, Москва, Автозаводская ул., д. 14. ОАО “ВТИ”.

ВТИ, ОАО
Россия, 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14
т.: +7 (495) 234-7630, 234-7617, ф.: +7 (495) 234-7427
vti@vti.ru www.vti.ru

Безмасляные электромеханические системы регулирования и защиты паровых турбин. (ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ», ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»)

УДК 621.165.62-5

ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ»[1]

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»[2]

Литвинов Егор Владимирович[1,2], *Голубев Андрей Эдуардович*[1,2], *Лебедев Владимир Вадимович*[1], *инженеры, Новоселов Владимир Борисович*[1,2], *д.т.н., ведущий инженер*

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день на электростанциях РФ эксплуатируются паровые турбины, оснащённые в основном гидромеханическими системами регулирования и защиты (СРиЗ). Одним из направлений модернизации турбин является реконструкция СРиЗ с переводом их в электрогидравлические [1]. Это позволяет значительно снизить нечувствительность системы регулирования, повысить её надежность и эксплуатационные характеристики. Однако полностью исключить гидравлический привод с переходом на электропривод органов регулирования до сих пор не представлялось возможным.

ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ» (УЭР) планомерно развивает новое направление модернизации систем регулирования и защиты паровых турбин на основе только электрических приводов - **безмасляных систем регулирования и защиты (БМСРЗ).**

Преимущества БМСРЗ очевидны:

- **пожаробезопасность** (отсутствие маслопроводов высокого давления);
- **упрощение конструкции САР** (полная ликвидация гидравлической части системы регулирования, а также электрогидравлических и электромеханических преобразователей);
- **экономичность** (в установившихся режимах потребление энергии необходимо только для контроля состояния системы);
- **компактность** (возможность размещения приводов в стеснённых условиях компоновки турбоустановки).

Основными трудностями при реализации БМСРЗ всегда считалось невозможность одновременного сочетания высокого быстродействия и требуемых силовых характеристик электропривода. Исследования, выполненные в ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ», показали, что обеспечение высоких эксплуатационных качеств в различных режимах работы (включая аварийные) [2], могут быть удовлетворены за счёт сочетания электрического и механического (пружинного) приводов. Элементом, позволяющим осуществить такую комбинацию приводов, является электромагнитная муфта (ЭММ), причём механический (пружинный привод) соединён с регулирующим органом непосредственно, а электропривод – через ЭММ.

КОНСТРУКЦИЯ ПРИВОДА

Конструкция электромеханического привода (ЭМП) показана на рис.1а,б. Медленнодействующий привод МЭО через электромагнитную муфту соединен с выходным валом ЭМП и обеспечивает работу поворотного регулирующего клапана в медленнотекущих процессах регулирования. На валу клапана также установлена шестерня, которая при повороте клапана в сторону открытия перемещает зубчатую рейку и тем самым сжимает пружину. При подаче напряжения на электромагнитную муфту происходит сцепление вала клапана с валом мотор-редуктора и обеспечивается работа клапана в эксплуатационном относительно медленнотекущем процессе регулирования. При снятии напряжения с электромагнитной муфты происходит расцепление вала мотор-редуктора с валом клапана и под действием пружины клапан поворачивается в сторону закрытия. Собственное время закрытия из полностью открытого состояния для таких приводов составляет 0,1-0,2 с, что сопоставимо со временем закрытия гидравлического сервомотора.

Такая схема организации управления регулирующими (защитными) органами (РО) турбины позволила обеспечить её безопасность в аварийных ситуациях за счёт отключения электропривода (обесточивание ЭММ) и быстрого закрытия РО освободившимся пружинным приводом, и хорошую управляемость турбиной в эксплуатационных режимах работы (управление нагрузкой) с относительно небольшими скоростями (30-40 с. на полный ход РО).

ПРИМЕНЕНИЕ ЭМП ДЛЯ ПРИВОДА КЛАПАНА ОТБОРА ПАРА ИЗ ТУРБИНЫ

Традиционно для управления дополнительным отбором используется блок защитно-регулирующего клапана (БЗРК) с гидравлическими исполнительными механизмами (сервомотором регулирующего и автозатвором стопорного клапанов) [3]. Установка БЗРК сложна в связи с плотной компоновкой турбоустановки, большим собственным весом БЗРК и необходимостью прокладки напорных, импульсных и

сливных маслопроводов. Кроме того, снижается пожаробезопасность турбоустановки в связи с расположением БЗРК и его маслопроводов в зоне высоких температур.

ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ» разработало и внедрило на нескольких турбинах типа Т-110/120-130 проекты дополнительных отборов пара из перепускных труб ЦВД-ЦСД с использованием электромеханических приводов регулирующего и стопорного поворотных клапанов. Параметры пара в перепускных трубах ЦВД-ЦСД этих турбин в номинальном режиме имеют параметры в пределах 30-33 кгс/см^2. Использование этого пара для подачи его в станционный коллектор собственных нужд 8-16 кгс/см^2 взамен пара РОУ (вытеснение пара РОУ) даёт большой экономический эффект.

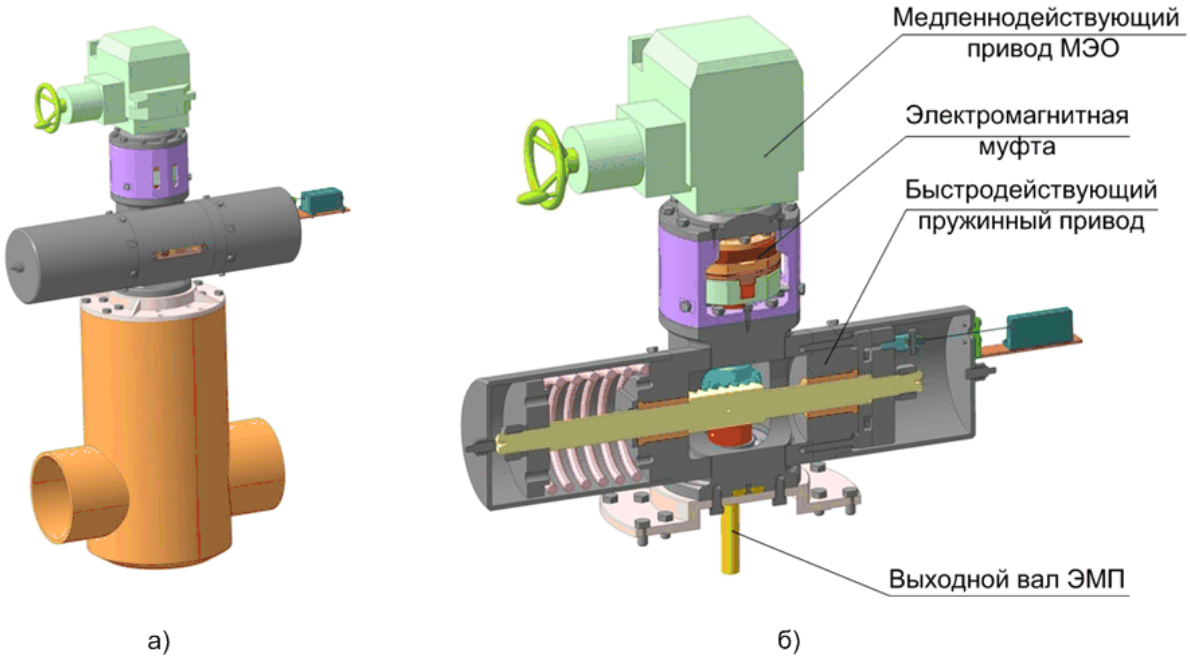


Рис.1 а) ЭМП в сборе с поворотным клапаном для установки на паропроводе отбора пара из турбины, б) ЭМП в разрезе

На рис. 2 приведён пример установки клапана на паропроводе дополнительного отбора пара в количестве до 90 т/ч в станционный коллектор на ТЭЦ.

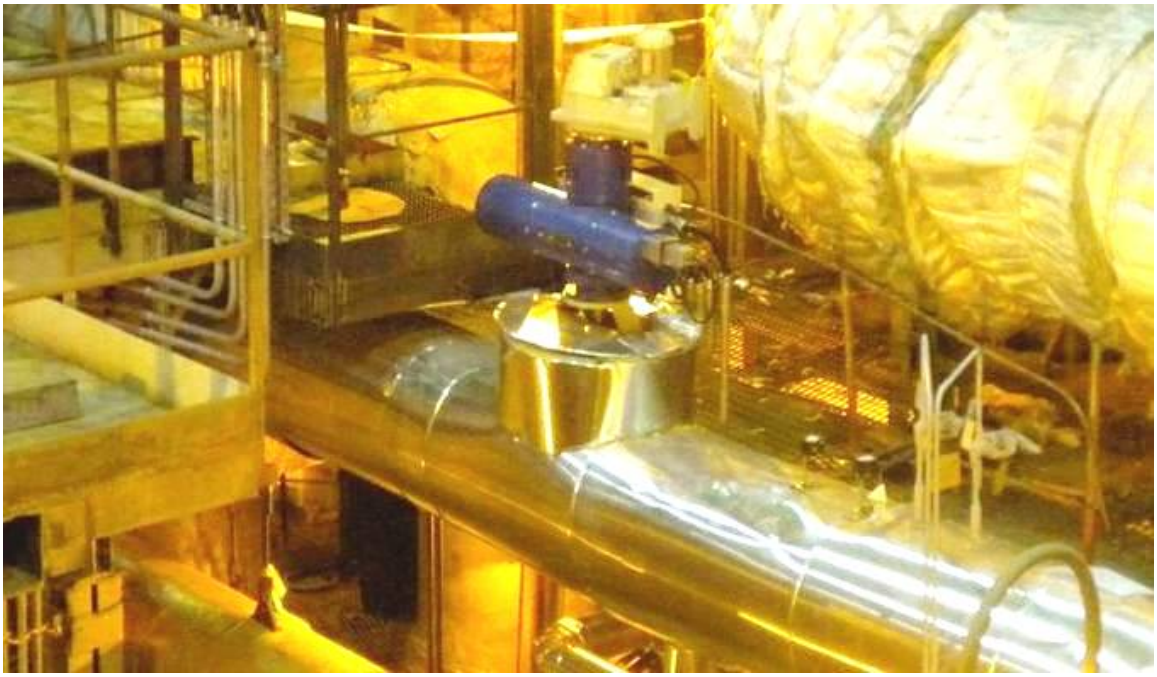


Рис.2. Установка регулирующего клапана с ЭМП на паропроводе дополнительного отбора пара на ТЭЦ.

Клапаны с ЭМП лишены перечисленных недостатков. Они имеют малые габариты и вес, легко встраиваются в плотную компоновку турбоустановки, обеспечивают дистанционное и автоматическое управление. На линии отбора пара из турбины последовательно устанавливаются два клапана с ЭМП. Первый по ходу движения клапан выполняет функцию регулирования давления (расхода) пара в отборе. Второй клапан является защитным (стопорным) и дополняется обратным клапаном. Для получения необходимой температуры пара на паропроводе устанавливают охлаждающее устройство.

В настоящее время ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ» разработало и реализовало на 7 турбинах типа Т-110/120-130 УТЗ электрическую безмасляную систему автоматического регулирования дополнительного отбора пара из перепускных труб ЦВД-ЦСД, на одной турбине типа ПТ-60-130, работающей в составе ПГУ, электрическую систему регулирования клапанами контура низкого давления.

ЭМП В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ ТУРБИНЫ

Результаты исследований показывают возможность применения ЭМП для привода регулирующих и стопорных клапанов (РК, СК) турбины. Принципиальная схема системы регулирования и защиты, построенная на базе электромеханических приводов представлена на рис. 3. На схеме РК хх – регулирующий клапан холостого хода турбины, обеспечивающий ~10% расхода свежего пара (~10% номинальной мощности). Быстродействующий электропривод служит для устойчивого поддержания частоты вращения на холостом ходу и участия в первичном регулировании частоты сети при работе под нагрузкой. Расчёты показывают возможность выполнения электромеханического привода клапана холостого хода со временем перемещения до 5-6 с. при высоком качестве поддержания частоты вращения (степень затухания колебаний 70-90%) и мощности электропривода на уровне 0,25 – 1,0 кВт. Быстродействующий пружинный привод со временем закрытия 0,10-0,20 с обеспечивает закрытие клапана в аварийной ситуации.

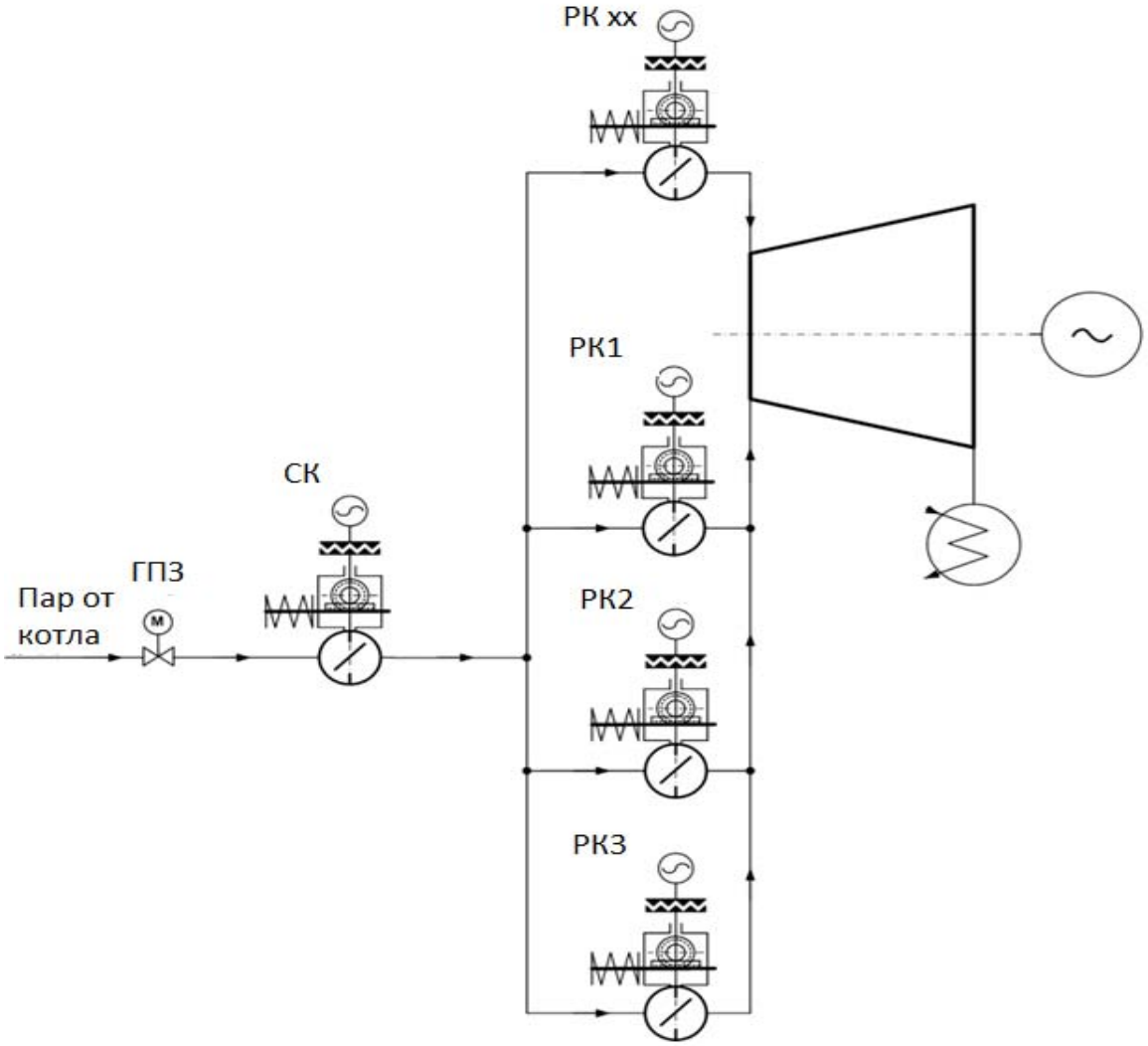


Рис. 3. Принципиальная схема системы регулирования и защиты турбины на базе ЭМП. ГПЗ – главная паровая задвижка, СК – стопорный клапан, $РК_{хх}$ – регулирующий клапан холостого хода, РК1… РК3 регулирующие клапаны нагрузки турбины

Регулирующие клапаны РК1…РК3 предназначены для нагружения турбины после синхронизации генератора и рассчитаны на остальные 90% расхода свежего пара. Время перемещения клапанов РК1…РК3 на полный ход от ЭМП составляет 30-40 с. Их аварийное закрытие осуществляется также пружинным приводом за 0,15-0,2 с.

Электромеханический привод СК по конструкции и характеристикам соответствует приводам РК1…РК3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Регулирующие клапаны с электромеханическим приводом сочетают в себе уникальные качества: пожаробезопасность, низкое энергопотребление, быстродействие в аварийных ситуациях, простоту конструкции и надёжность.
2. Регулирующие клапаны с электромеханическим приводом являются перспективным направление в развитии безмасляных систем регулирования и защиты паровых турбин. ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ» уже сегодня разработал конструкции безмасляных приводов стопорных и сбросных клапанов паровых турбин, регулирующих диафрагм отопительных отборов пара.
3. В настоящее время ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ» выполнил необходимые исследования и ведёт разработку полностью безмасляной системы регулирования и защиты паровой турбины с применение индивидуальных электромеханических приводов всех регулирующих органов турбины (стопорных, регулирующих клапанов и регулирующих диафрагм).

1. Регулирование и автоматизация паровых турбин и газотурбинных установок: учебное пособие / В.А. Леснов, В.Б. Новосёлов, В.М. Марковский, В.М. Гладченко; под общ. ред. В.Б. Новосёлова. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. - 344 с.
2. Фрагин М.С. Регулирование и маслоснабжение паровых турбин. СПб.: ИПК «Коста», 2011. 400 с.
3. Баринберг Г.Д. Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода / Г.Д. Баринберг, Ю.М. Бродов, А.А. Гольдберг, Л.С. Иоффе, В.В. Кортенко, В.Б. Новоселов, Ю.А. Сахнин; общ. ред. проф., д.т.н. Ю.М. Бродова и к.т.н. В.В. Кортенко. - Екатеринбург: «Априо», 2007. - 460 с.

УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ, ОАО
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Шевченко, д. 16,
т.: +7 (343) 350-8146, ф.: +7 (343) 388-1459
uer@uer.ru www.uer.ru

2.2. Системы мониторинга, контроля, управления и автоматизации, АСУ, АСУТП, ERP, IT. Современные контрольно-измерительные приборы для электростанций.

Передовые решения Hach в области систем мониторинга качества воды в Энергетике. (ООО «Хах Ланге»)

ООО «Хах Ланге», Жан-Жак Жордан, руководитель направления «Энергетика» в Восточной Европе

Основная цель доклада - способствовать увеличению эффективного управления предприятием и оптимизации технологического процесса на базе современных систем мониторинга качества воды.

Доклад будет представлен на конференции 7-8 июня 2016 года.

Хах Ланге, ООО
Россия, 195112, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр-т, 64 В
т.: +7 (812) 324-1393, ф.: +7 (812) 320-2053
Aleksandra.babko@hach.com Ru.hach.com

Решение B&R для мониторинга состояния крупного электромеханического оборудования на базе распределённой системы управления APROL. (ООО «Б+Р Промышленная Автоматизация»)

ООО «Б+Р Промышленная Автоматизация»,
Чижов Константин Алексеевич, Руководитель продаж АСУТП

Австрийская компания “Bernecker + Rainer Industrie-Electronik Ges.m.b.H” вот уже более 30 лет занимается разработкой и проиводством оборудования и программного обеспечения для промышленной автоматизации. Компания также предлагает системы распределенного управления (РСУ), для построения которых используются компонетны из стандартных линеек продукции.

РСУ APROL и компоненты системы управления серии X20 широко используются для автоматизации производств, технологических процессов и инженерной инфраструктуры, что подтверждается их успешным применением во многих индустриях по всему миру.

Возможность гибкого масштабирования позволяет применять APROL для решения практически любых задач автоматизации с различными требованиями: от локальной изолированной системы до территориально распределённых комплексов сбора, хранения и визуализации информации. Начиная с лабораторного макета с одним программируемым логическим контроллером (ПЛК) и небольшим числом каналов ввода-вывода и заканчивая сложной высокоответственной технологической установкой или крупным производственным цехом промышленного предприятия с сотнями тысяч каналов ввода/вывода, резервированием ПЛК и управляющих компьютеров, а также большим количеством рабочих мест пользователей.

Под CMS (Condition Monitoring System) или «Системами Мониторинга Состояния» понимаются специализированные программно-аппаратные решения, главной целью которых является регистрация, обработка и дальнейшая передача текущих значений физических показателей, определяющих состояния и степени механического износа установок или их узлов (или даже целых систем), а также оперативное выявление или прогноз аварий. Данные, собранные такой системой, представляют собой ценный источник информации для планирования и организации мероприятий по техобслуживанию и ремонта.

Чтобы достичь поставленных целей, такая система должна обладать следующей функциональностью:

- Быстрое измерение, обработка и долговременное хранение показателей состояния;
- Оперативный анализ, мониторинг и контроль измеренных значений;
- Сбор и обработка дополнительных параметров;
- Развитые отчёты для анализа и установления закономерностей.

Таблица 1

Значимые измеряемые и регистрируемые параметры в системе мониторинга состояния

Механические	*Временные*	*Электрические*	*Вибрации и шум*	*Термодинами-ческие*	*Прочие*
Крутящий момент, Частота вращения, Усилие на валу, Скорость вращения,	Время наработки, Время простоев, Количество включений, Количество аварийных отключений, …	Токи, мощности Потребляемая энергия (активная, реактивная), Коэффициент мощности, гармоники	Амплитуда, Частота (для спектра), Уровень	Давление, Температура, Расход жидкости/газа	Общее энергопотребление; Объем производства;

B&R предлагает **APROL ConMon** в качестве готового решения для измерения, записи и последующего анализа всех значимых параметров, которое позволяет решить задачи мониторинга состояния крупного электротехнического оборудования.

Решение строится на платформе РСУ APROL, которая обеспечивает максимальную гибкость при минимальных затратах на инжиниринг проекта. При этом достигается достаточно легкое последующее внедрение систем класса CMS и PAM (Системы контроля состояния и Управления производственными активами) за счёт использования APROL ConMon как источника данных, полученных непосредственно от контролируемого оборудования, с широкими возможностями по интеграции (в том числе с использованием SQL).

Особо стоит отметить, что применение РСУ APROL в качестве базовой платформы автоматизации позволяет реализовать решения, далеко выходящие за пределы задач простого сбора показаний от датчиков температуры и вибрации и их визуализации. Например, с помощью APROL ConMon можно консолидировать и анализировать параметры из Таблицы 1, в том числе от смежных систем и отдельных устройств, работающих по различным интерфейсам.

Благодаря отличной масштабируемости, система легко наращивается по мере роста предъявляемых требований, что гарантирует долгосрочную защиту инвестиций. При этом независимо от размера системы, пользователи и инженеры имеют доступ ко всем функциям системы APROL без какой-либо модификации и, значит, всегда могут рассчитывать на работу в уже знакомой среде.

Топология системы

В базовой конфигурации «из коробки» APROL ConMon представляет собой промышленный персональный компьютер (ПК) Automation PC 910, который можно разместить непосредственно в шкафу управления. Данный ПК поставляется с предварительно установленным пакетом базового ПО. В качестве операционной системы используется надежный Suse Linux Enterprise Server. Кроме программных компонентов для разработчика и оператора, комплект ПО включает коннектор с интерфейсом SQL для хранилищ ретроспективной информации, с помощью которого можно обеспечить доступ к хранимым в системе данным из других систем.

Управляющий ПК APROL ConMon, будучи подключенным в локальную сеть предприятия, позволяет получить данные на рабочих местах специалистов через веб-браузер или VNC-подключение. Таким образом, дополнительная установка программного обеспечения на клиентских рабочих станциях не требуется.

Для работы системы необходим минимум один ПЛК для опроса данных от модулей входов/выходов (I/O), а также выполнения предварительной обработки этих значений. При необходимости всегда можно добавить дополнительные контроллеры.

Связь между ПЛК и распределённой периферией (модулями входов/выходов, объединенными в корзины) осуществляется посредством протокола реального времени ETHERNET POWERLINK.

В случае необходимости можно интегрировать в систему уже существующее на предприятии оборудование и источники данных по стандартным полевым шинам, например Modbus RTU/TCP, Profibus DP, DeviceNet и прочие. Также есть возможность с помощью инжиниринговых средств системы APROL реализовывать собственные драйвера для связи с устройствами.

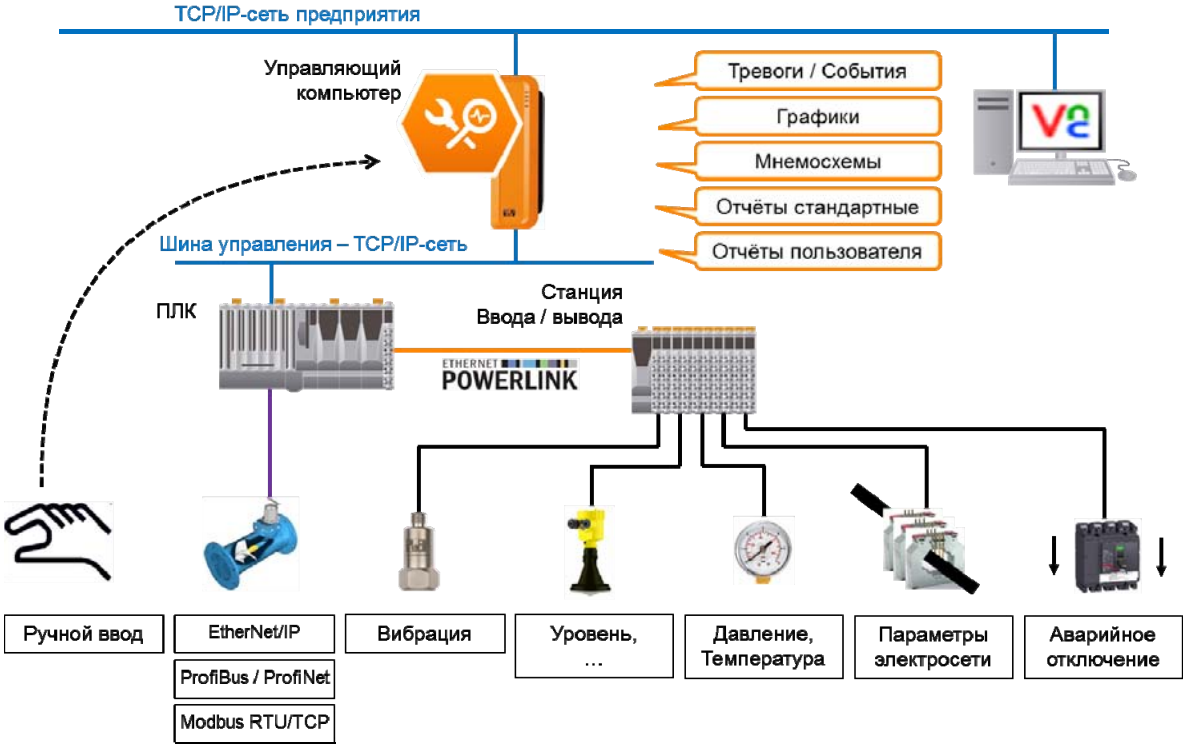


Рис. 1. Структура системы мониторинга состояния APROL ConMon

Все значимые параметры регистрируются непосредственным образом с помощью компактных модулей входов/выходов стандартной серии X20:

- Измерение и анализ вибраций - модулями X20CM4810 для мониторинга состояния с подключенными к ннм специальными вибродатчиками. Характеристические частоты идентифицируются с помощью быстрого преобразования Фурье. Полученный исходный сигнал вибрации раскладывается на составные части при помощи быстрого преобразования Фурье для последующего анализа. Так идентифицируются характеристические частоты, отвечающие за работу отдельных частей установки. Полученные среднеквадратические

значения сигналов являются отправной точкой для оценки степени уже существующего повреждения. Также возможна идентификация поврежденных конструктивных элементов, если известны кинематические свойства машины (число зубцов у редуктора, типы подшипников качения, частота вращения и т. д.);

- Измерение мощности и учёт энергии (активной и реактивной) по присоединению – модулями X20AP31xx;
- Учёт работы/простоя, количества коммутаций и аварий и т.п. - с помощью модулей дискретных входов X20DIxxxx;
- Измерение давления, температуры, расхода и т.п. - с использованием модулей аналоговых входов X20AIxxxx для унифицированных сигналов вида 0...10В и 0(4)...20 мА;
- Измерение температуры (PT100, PT1000, термопара) - с использованием модулей температурных входов X20ATxxxx;
- Измерение скорости, количества и т.п. с использованием модуля-счетчика;
- Мониторинг интегральных показателей (объема/массы/энергии) с использованием коммуникационных модулей полевых шин M-Bus, PROFIBUS DP и EtherNet/IP и др.
- Получение данных с приводов постоянного тока ACOPOS через полевую шину POWERLINK;
- Управление нагрузками, в том числе аварийный останов как вручную, так и автоматически - с помощью модулей цифровых выходов X20DOxxxx;

APROL ConMon предоставляет богатые средства отображения и анализа информации, а таже обширные возможности для настройки пользовательского интерфейса под требования конкретной задачи.

Мнемосхемы

Ручной ввод параметров техобслуживания (временных интервалов, максимальной наработки и т.п.) или просмотр измеренных значений на экране – с помощью стандартных экранных форм пакета APROL ConMon.

Журнал аварийных сообщений

В журнале находятся подробные сообщения об аварийных ситуациях по контролируем процессам, возможны группировки и смена вида отображения с акцентом на общем количестве аварийных сообщений, количестве аварийных сообщений в единицу времени, приоритетов, начала/конца события и т. д.

Среди множества существующих подробных отчетов журнал аварийных сообщений выделяется как основной инструмент для обзора состояния аварийных сообщений контролируемых измеряемых параметров. Возможно отображение всех архивных и всех актуальных тревог в хронологическом порядке. Большой выбор средств фильтрации и возможность графического представления (частотное распределение, «горячие» списки, анализ времени работы) оптимально поддерживают пользователя при анализе причин неполадок и нештатных ситуаций.

Графики

Специальная утилита TrendViewer позволяет в дополнение к непрерывному отображению текущих данных процесса (до 20 графиков одновременно) выводить события (аварийные сигналы, сообщения, операции переключения, комментарии и т. д.) совместно, в одной диаграмме. При этом типе представления оператору ясно видны зависимости, например, повышенная вибрация из-за пиков нагрузки в энергоснабжении, вызванная подключением крупных потребителей, подключением подъемно-транспортного оборудования и т. п.

Отчеты APROL на базе системы Jaspersoft

В дополнение к обширному набору встроенных отчетов, доступна система бизнес-аналитики Jaspersoft BI Enterprise Edition, которая включает в себя непосредственно серверную часть, интерфейс в стиле приборной панели, а так же средства подготовки/публикации отчётов и самодиагностики. Даже пользователи без специальной подготовки смогут создавать отчеты с помощью web-браузера и подготавливать интерактивные сводки.

Инструментарий создания отчетов

Дружественный инструмент для создания отчетов позволяет легко – с помощью функции drag-and-drop - создавать, форматировать и публиковать отчеты используя обычный web-браузер или мобильное устройство с установленным клиентским приложением от Jaspersoft. Отчеты могут быть сгенерированы с использованием различных источников данных, таких как MySQL, JDBC, XML и CSV. Абстрактный слой доступа и отображения данных обеспечивает безопасность источника, а так же упрощает представление данных для неподготовленных пользователей.

Интерактивные отчеты Интерактивные отчеты с использованием диаграмм и таблиц создаются и распечатываются (или отображаются на экране) за считанные минуты. Инструмент отображения отчетов в

браузере позволяет фильтровать, сортировать, изменять форматы величин и сохранять результат работы в хранилище отчетов. В числе особенностей - экспорт в форматы PDF, XLS, XLSX, XML, HTML, XHTML, CSV, DOC или ODT для дальнейшей обработки.

Панель управления

Панель управления дает пользователям возможность сводить в одном отчете графическую информацию и данные. Панель управления несколькими отчетами позволяет использовать как внутренние, так и внешние данные.

Создание панели управления в Web-браузере

Интуитивно понятный инструмент, отображающийся в web-браузере позволяет пользователям расставлять компоненты с помощью drag-and-drop для создания персональной панели управления. Возможность выбирать необходимые параметры гарантирует еще более интерактивную работу и минимизирует время, необходимое для отображения и анализа данных.

Доступ с мобильных устройств

Интерактивные отчеты и панели управления могут быть отображены в специальных приложениях для iOS и Android. А браузер, используемый на планшете, позволит создавать отчеты и анализировать данные.

Подводя итоги, можно выделить следующие ключевые особенности системы мониторинга состояния APROL ConMon:

- *Гибкая интеграция в существующие системы автоматизации.* APROL ConMon может использоваться как автономное решение, независимо от уже имеющихся на предприятии систем управления, систем SCADA или средств ПЛК. В то же время, его можно применить, расширив функционал уже существующей РСУ APROL.
- *APROL ConMon – оптимальное решение для всех отраслей.* Независимо от того, идет ли речь об автоматизации отдельных установок, целой производственной линии, или инженерной инфраструктуры здания, APROL ConMon может быть индивидуально адаптирован к конкретным требованиям задачи.
- *Функциональность, не зависящая от размера системы.* Независимо от размера системы пользователь имеет доступ ко всем функциям APROL без какой-либо модификации и, значит, всегда может рассчитывать на работу в знакомой среде.

Б+Р Промышленная Автоматизация, ООО
Россия, 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д.78, строение 6
т.: +7 (495) 657-9501, ф.: +7 (495) 657-9502
Office.ru@br-automation.com www.br-automation.com

Применение программно-вычислительного комплекса АРУ РЗА при проектировании электрической части станций и подстанций. (ОАО «НТЦ ЕЭС»)

Открытое акционерное общество «Научно-технический центр Единой энергетической системы»
Абакумов С.А, главный инженер проектов, Гаязов С.Е., программист, Марюшко Е.А., инженер, Соколов Н.А., инженер, Шрейнер А.В., техник

В процессе проектирования объектов электроэнергетики одной из важнейших задач является расчёт токов короткого замыкания в электрической сети для выбора и проверки электроэнергетического оборудования, уставок релейной защиты.

Во время проведения расчетов токов короткого замыкания в специализированных программно – вычислительных комплексах (далее - ПВК) инженер сталкивается со значительным объёмом информации и однотипных операций:

- создание графической схемы электрической сети;
- ввод параметров элементов электрической сети;
- ручной импорт данных электрической сети из других ПВК;
- импорт результатов расчётов в документацию.

Снижение трудозатрат при выполнении данных операций, повышение эффективности работы сотрудников и компании в целом невозможно без применения современных программно-вычислительных комплексов, позволяющих быстро и качественно производить расчёты.

В настоящей статье представлен программно-вычислительный комплекс нового поколения для автоматизированного расчёта уставок релейной защиты и автоматики (далее – ПВК АРУ РЗА), который позволяет в полном объеме решить задачу расчета токов короткого замыкания и выбора уставок релейной защиты.

Существующие в настоящее время зарубежные ПВК не учитывают ключевые особенности российских электрических сетей, подходы к выбору уставок, проверке чувствительности, расчёту параметров оборудования, составлению схем замещения и пр. Помимо этого они имеют высокую стоимость, а размещение команды разработчиков за пределами юрисдикции Российской Федерации не гарантирует должную техническую поддержку в процессе эксплуатации. В этой связи по заказу ОАО «СО ЕЭС» - ОАО «НТЦ ЕЭС» с 2015 г. занимается разработкой ПВК нового поколения.

В основе программного комплекса лежат уникальные алгоритмы расчёта больших электроэнергетических сетей авторские права, на которые защищены свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015660558. Базовый принцип разработки ПВК АРУ РЗА оптимизация интерфейса и функционала для минимизации времени выполнения пользователем второстепенных операций. Мультиоконный режим работы позволяет работать одновременно с неограниченным количеством схем. ПВК обладает модульной структурой, которая позволяет сконфигурировать пользователю программный комплекс, отвечающий исключительно его задачам, не переплачивая за лишний функционал.

На данный момент для использования доступны следующие модули:

- Модуль графического редактора;
- Модуль табличного редактора;
- Модуль импорта данных из ©ПВК АРМ СРЗА (параметров сети и графических изображений сети);
- Модуль расчёта электрических величин при авариях: короткое замыкание, обрыв, каскад;
- Модуль расчёта аварии вдоль линии;
- Модуль расчёта эквивалентной схемы электрической сети;
- Модуль вывода результатов расчётов в файлы форматов TXT, DOCX, XLS.
- Модуль сохранения графического изображения сети в файлы форматов: JPG, PNG, BMP, SVG, PDF;
- Модели FACTS (в настоящее время реализована модель вставки постоянного тока);
- Функция автоматического расчета параметров схемы замещения элемента сети по паспортным данным оборудования;
- Функция автоматического расчета параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора с учетом заданных пользователем схем соединений обмоток;
- Модуль расчёта уставок релейных защиты;
- Модуль вывода статистики сети, параметров сети, проверки на корректность параметров электрической сети;
- Библиотека нормативных документов.

Решая задачу расчёта токов короткого замыкания инженеру необходимо выполнить строго определённую последовательность действий, включающую в себя:

1.Создание графической схемы электрической сети;
2.Ввод параметров элементов сети;
3.Выбор места расположения и типа аварии, выбор контролируемых величин;
4.Выполнение расчёта;

5.Сохранение результатов расчётов.

Заложенные в ПВК АРУ РЗА подходы позволяют ускорить процесс решения наиболее трудозатратных задач - создание графической схемы и ввод параметров электрической сети.

Создание схемы электрической сети

Создание схемы электрической сети выполняется в графическом редакторе с помощью, расположенной на панели инструментов группы команд «Рисования сети» (Рис. 1). На панели расположены кнопки создания стандартных элементов сети таких как: узел, линия, выключатель, трансформатор, заземление, генератор, источник тока и некоторых других. Схема электрической сети может содержать неограниченное количество узлов и ветвей, что позволяет наглядно отразить истинную топологию сети.

Интерфейс ПВК реализован на основе компонентов NetBeans Platform, что позволило создать программный комплекс, имеющий широкие возможности по расширению функционала существующих модулей, созданию новых и интеграции ПВК с другими программными продуктами.

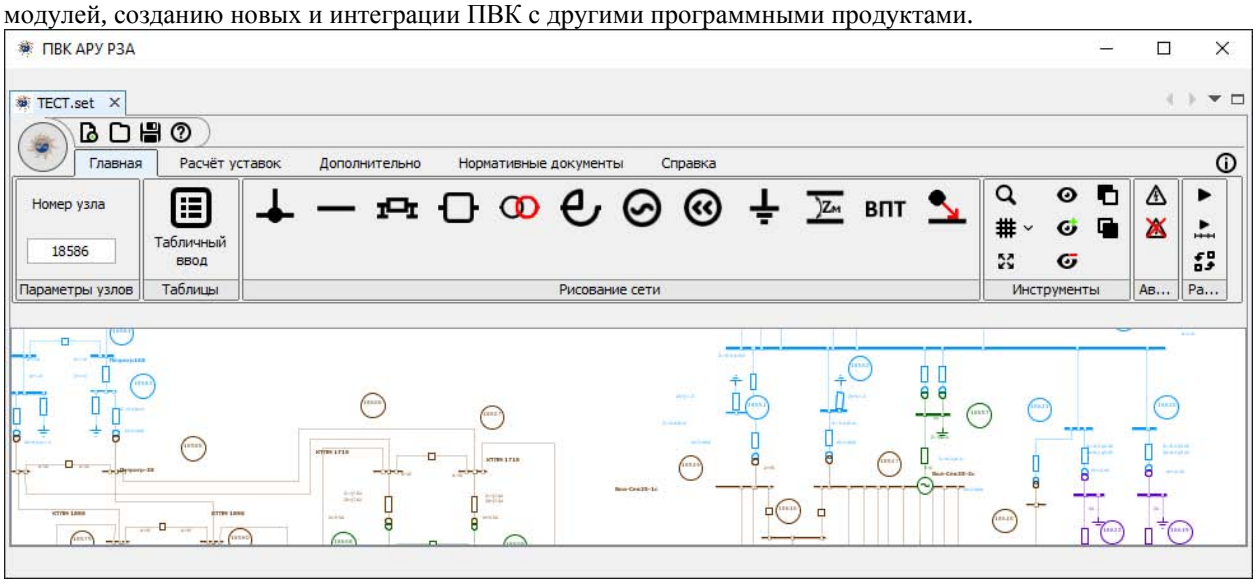


Рис. 1. Графический редактор ПВК АРУ РЗА

Панель инструментов выполнена в стиле меню Ribbon (Microsoft Office 2010), где все функции в зависимости от назначения объединены по вкладкам и группам команд, наиболее востребованные пользователем функции создания и редактирования сети, ввода параметров элементов и проведения расчётов размещены на главной вкладке, таким образом снижается время на поиск, выбор и выполнение команды.

Высокая скорость и плавность работы с графическим изображениям сети обеспечивается библиотекой визуализации гиперграфов, собственной разработки. Данная библиотека в полной мере использует возможности аппаратного ускорения современных видеокарт с помощью технологий визуализации 3D графики OpenGL начиная с версии 2.0. Данная технология позволяет осуществлять растеризацию большого массива примитивов с высокой скоростью, благодаря чему становится возможным незамедлительно отображать производимые над сетью модификации.

Особое внимание было уделено использованию таких аппаратных возможностей как инстансинг (начиная с OpenGL 3.0), позволяющий назначать несколько команд рендеринга для видеокарты, используя один вызов к драйверу; вершинные шейдера, открывающие возможности по конфигурации этапа формирования вершин примитивов и фрагментные шейдера позволяющие описывать этап заливки пикселя растеризованного примитива. Сам процесс рендеринга разделен множеством этапов от конкретного модуля растеризации, так как большое количество производимых операций для подготовки сцены к рендерингу не зависят от способа растеризации. Для работы на компьютерах, не имеющих видеокарты в ПВК АРУ РЗА интегрирован софтверный рендерер, который будет производить отображение схемы используя мощности центрального процессора.

Ввод параметров элементов

В ПВК АРУ РЗА предусмотрены несколько способов ввода параметров элементов сети:

– Ввод параметров через диалоговое окно редактирования параметров элемента (Рис. 2). В диалоговом окне параметров элементов пользователь может вводить значения, представленные в симметричных составляющих или напрямую вводить паспортные данные оборудования экономя время на предварительных расчётах, после чего будет автоматически произведён их пересчёт в симметричные составляющие. Так же для некоторых элементов предусмотрен ввод дополнительных параметров, например, для двух-обмоточного трансформатора есть возможность выбора схемы соединения обмоток высшего и низшего класса напряжения и значения, установленного РПН/ПБВ.

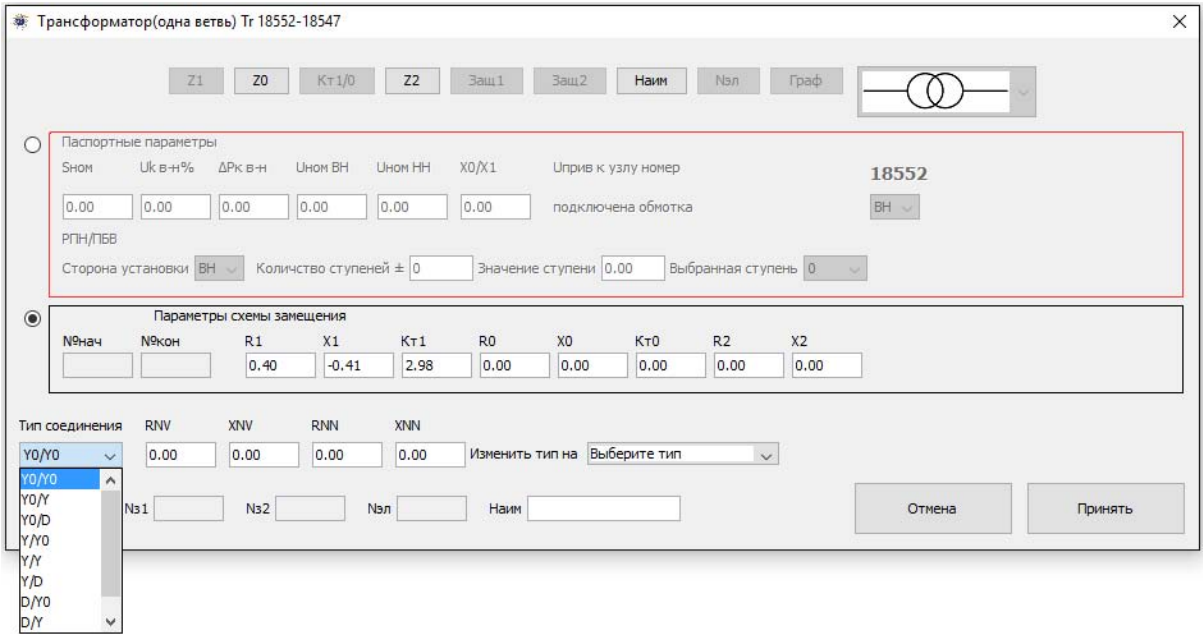


Рис. 2. Диалоговое окно параметров двухобмоточного трансформатора

– Ввод параметров элементов и редактирования схемы сети через табличный ввод (Рис. 3). Табличный ввод позволяет создавать новые и редактировать существующие элементы сети в табличном виде, включает в себя панель инструментов и вкладки, каждому типу элемента соответствует своя вкладка, на которой могут быть заданы значения параметров данного элемента в симметричных составляющих.

Рис. 3. Диалоговое окно табличного ввода параметров элементов

– Импорт параметров и топологии сети из файлов ПВК АРМ СРЗА в форматах *.SET и *.SGK. АРМ СРЗА наиболее распространённый программный комплекс для расчёта токов короткого замыкания на территории России, полученная в результате импорта схема полностью повторяет топологию исходной сети в формате АРМ СРЗА с сохранением расположения всех меток и значений параметров элементов.

Выбор места расположения и тип аварии, выбор контролируемых величин

Выбор места расположения и типа аварии для которой будет произведён расчёт производится непосредственно в графическом редакторе. Авария может быть смоделирована в любом узле схемы электрической сети или в произвольной промежуточной точке линии. Доступен расчёт следующих типов аварий:

- КЗ на землю однофазное, двухфазное, трехфазное, двухфазное;
- Обрыв однофазный, двухфазный, трёхфазный;
- Каскад однофазный, двухфазный, трехфазный, двухфазный на землю;
- КЗ через переходное сопротивление.

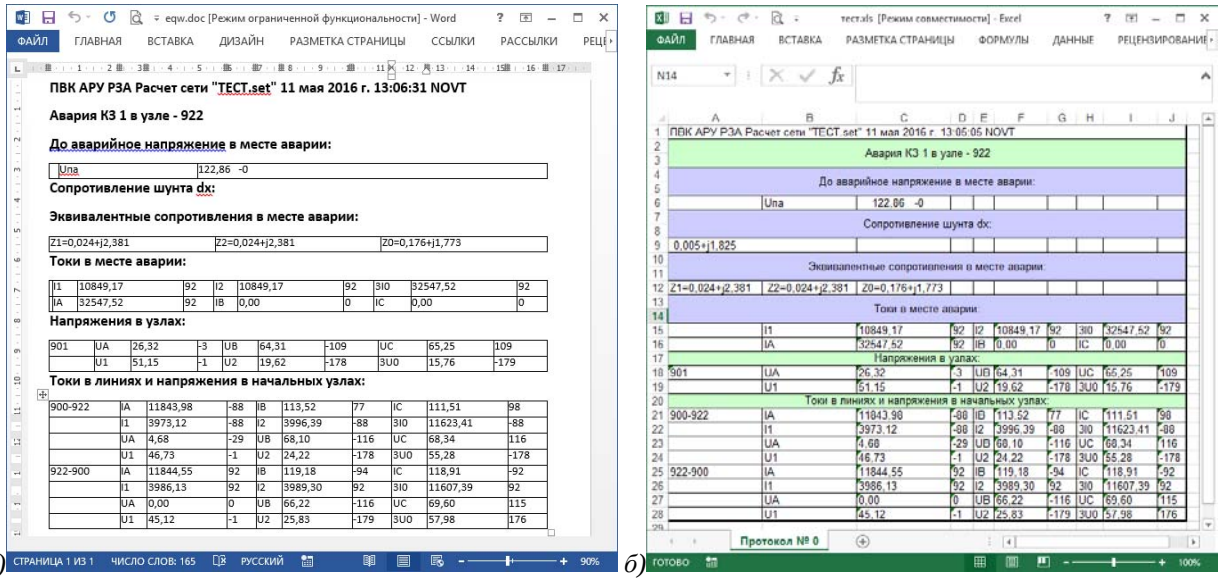
ПВК АРУ РЗА позволяет отобразить результаты расчетов параметров аварийного режима не только в месте установки аварии, но и в любой точке электрической сети.

Выполнение расчёта

Для обеспечения комфортной работы и высокой скорости расчётов в ПВК АРУ РЗА при работе с моделями электрических сетей, содержащими более 10000 элементов, были разработаны уникальные расчётные методики и алгоритмы. В качестве языка реализации использовался высоко эффективный, оптимизируемый компилируемый язык C++ стандарта ISO/IEC 14882:2011.

Сохранение результатов расчётов

Вывод полученных результатов осуществляется в текстовом виде, в отдельном диалоговом окне протокола расчёта, которое содержит информацию о типе и месте аварии, эквивалентных сопротивлениях по прямой, обратной и нулевой последовательности в точке КЗ, в нижней части протокола представлены выбранные пользователем контролируемые величины напряжения в узлах и токи по ветвям в фазных координатах и по последовательностям. Протокол может быть сохранён в файл в формате *.txt или в файлы в формате Microsoft Word *.docx (Рис. 4а) и Microsoft Excel *.xls (Рис. 4б), что позволяет с лёгкостью интегрировать результаты расчётов в проектную документацию, не беспокоясь о корректности кодировки и форматирования при переносе результатов из ПВК АРУ РЗА.



а) б)

Рис. 4. Примеры протоколов расчёта тока короткого замыкания, сохранённого в формате, а) Microsoft Word *.docx*; б)* Microsoft Excel *.xls.*

Подводя итог можно сделать вывод что ПВК АРУ РЗА является современным отечественным программным комплексом, разработанным с использованием современных ИТ технологий, снижающий трудозатраты пользователя на проведение расчётов и обладающий следующими основными преимуществами:

- Наличие элемента – источник тока, который позволяет моделировать устройства FACTS;
- Расчет параметров аварийного режима методами симметричных составляющих и фазных координатах;
- Импорт параметров элементов и топологии электрической сети из файлов ПВК АРМ СРЗА в форматах *.SET и *.SGK в уникальный формат ПВК АРУ РЗА - *.ARU (с возможностью редактирования всех параметров и топологии импортируемой схемы);
- Наличие импорта данных позволяет исключить необходимость повторного создания расчетных моделей в ПВК АРУ РЗА при их наличии в формате ПВК АРМ СРЗА.

Кроме того, в настоящее время ведется активная разработка новых модулей ПВК АРУ РЗА:

- Модуль расчета параметров ВЛ и КЛ;
- Модуль шаблонов типовых электрических принципиальных схем РУ электрических станций и подстанций;
- Каталог силового оборудования с заданными параметрами с возможностью редактирования и создания собственных образцов;
- Каталог устройств РЗА;
- Модуль автоматического формирования бланков параметрирования микропроцессорных защит.

НТЦ ЕЭС, ОАО
Открытое акционерное общество «Научно-технический центр Единой энергетической системы» (ОАО «НТЦ ЕЭС»)
Россия, 194223, г. Санкт-Петербург, ул. Курчатова, д. 1, лит. А.
т.: +7 (812) 297-54-10, ф.: +7 (812) 552-62-23
ntc@ntcees. www.ntcees.ru

Технологии ИПУ РАН для АСУ ТП: верхний уровень, диагностика, информационная безопасность, надежность, импортозамещение . (ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН»)

ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН» ,
Полетыкин Алексей Григорьевич, Заведующий лабораторией, poletik@inbox.ru

1. Введение

В Институте Проблем Управления (ИПУ) РАН создаются информационные технологии и сложные программно-технические комплексы для интеграции АСУ ТП [1], решающие задачи обеспечения человеко-машинного интерфейса, контроля, управления, диагностики, защиты информации, комплексно с достижением высоких показателей по быстродействию, надежности, ремонтопригодности и др. ИПУ РАН разработал и поддерживает интегрирующую программную платформу «Оператор» [2]. Наши системы верхнего блочного и станционного уровня установлены на АЭС «Бушер» в Иране и «Куданкулам» в Индии. ИПУ РАН предлагает разработанные технологии для импортозамещения.

Атаки с участием вируса Stuxnet, которые открыли публичную эпоху кибервойн, явились причиной развертывания фундаментальных исследований по проблеме киберзащиты АСУ ТП [3], на основе которых создаются новые технологии.

Информационная безопасность (ИБ) является примером (не единственным) так называемых мультидисциплинарных областей, где требуются координированные усилия специалистов разной квалификации. Вторым примером является сопровождение АСУ на всех этапах жизненного цикла, который может занимать до 100 лет. Для организации решения задач в таких областях предлагается новый класс систем – автоматизированные средства внешнего сопровождения (АСВС).

2. Импортозамещение

Предложения ИПУ РАН имеют несколько направлений, ориентированных на различные потребности российского рынка.

Для организаций, создающих системы автоматического управления, предлагаются продукты, разработанные для атомных станций, работающих в странах, находящихся под жесткими санкциями США и ЕС (Иран).

Для организаций, которые ведут разработки сложных машин (самолетов, локомотивов, кораблей, буровых и т. п.), предлагаются наши программные продукты и компетенции для проектного анализа контроля пригодности, технической эффективности, надежности, техногенной безопасности, моделирования надежности и производительности.

Для организаций, разрабатывающих системы управления и программное обеспечение для них, Институт предлагает свои услуги по:

- созданию систем обеспечения качества разработки, соответствующих российским и международным стандартам;
- участию в разработках;
- разработке отдельных систем «под ключ»;
- независимой верификации программного обеспечения

В части операционных систем предлагается:

- Разработка промышленных операционных систем на базе Linux, по спецификации заказчика.
- Разработка встроенных операционных систем на базе Linux, по спецификации заказчика.

Для быстрого прототипирования изделий предлагаются 3D-принтеры.

Более подробная информация размещена на[9-10].

3. Информационная безопасность

Необходимость защиты АСУ ТП от киберугроз декларируется во многих нормативных документах, принятых в России и за рубежом. В РФ рабочим документом является Приказ ФСТЭК 31, в котором приводятся правила оценки рисков исходя из возможной тяжести ущерба, а для их парирования предлагается дифференцированный комплекс мер.

Для исполнения приказа требуется уметь решать две основные задачи:

1.Определять возможный ущерб от кибератаки на АСУ ТП для каждого из его компонентов;

2.Применять меры по защите в соответствии с присвоенном компоненту уровнем ИБ.

Для решения первой задачи предлагается использовать подход, основанный на понятиях штатных и скрытых функций, которые были введены в теории киберустойчивости. [4].

Процесс применения мер по защите предлагается реализовывать с помощью автоматизированных АСВС [5].

Для обеспечения ИБ необходимо производить анализ угроз и оценку рисков индивидуально, учитывая источники угроз, уязвимости и возможные виды и тяжесть ущербов от кибератак. Для этого предлагается использовать методику оценки и управления рисками, основанную на анализе физических информационных и иных барьеров, препятствующих кибератакам [6]. На рис.1 представлена упрощенная блок-схема алгоритма расчета рисков на примере АСУ ТП, более подробно описанная в [6].

На ее основе создается новый аналитический инструмент КАЛЬКИБЕР (калькулятор кибербезопасности). В настоящее время он находится в стадии прототипа, на котором отлаживаются основные алгоритмы и человеко-машинный интерфейс. **ИПУ РАН приглашает всех владельцев и разработчиков АСУ для энергетики принять участие в этой работе**.

Независимо от того, как были выбраны и реализованы меры для функции ИБ, необходимо уметь доказывать их достаточность для противодействиям киберугрозам и не противоречивость с штатными функциями управления. Для этого предлагается применять формальные модели (ФМ) и основанные на них методы компьютерного моделирования [7]. Проведенные исследования ФМ на основе мультиграфов показали, что с их помощью можно эффективно описывать политику ИБ [7] (см. рис. 2). Это позволяет осуществить проектирование АСУ ТП с заданным характеристиками ИБ и обеспечить гарантии выполнения требований ИБ на последующих этапах ЖЦ.

На основе ФМ в ИПУ РАН разрабатывается программный сервис для моделирования в частности иерархической структуры и отношений доступа в АСУ ТП, пути распространения прав доступа. **Сервис доступен по ссылке [8]**.

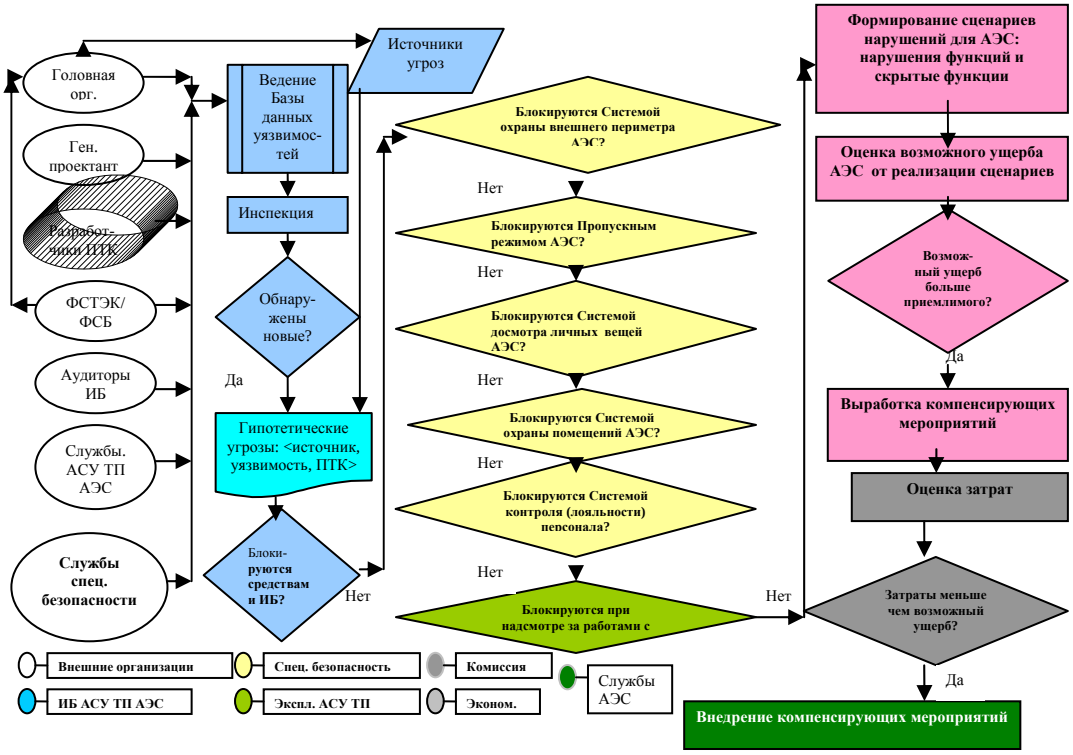


Рис.1. Управление риском ИБ в АСУ ТП АЭС

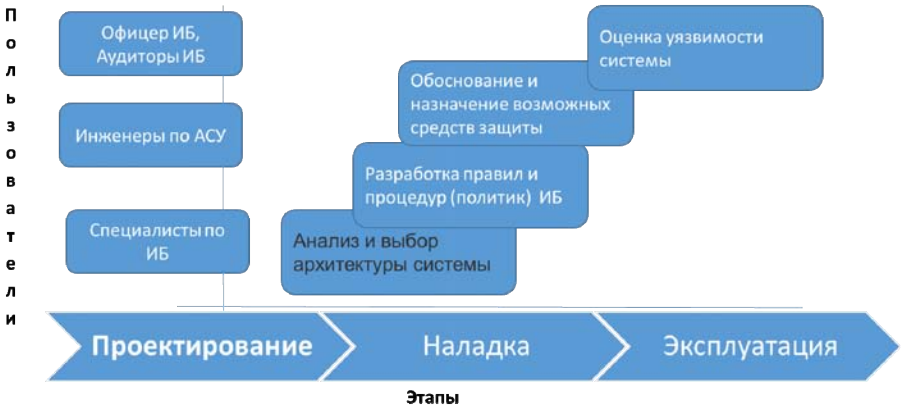


Рис. 2.Применение ФМ для ИБ

4. Автоматизированные средства внешнего сопровождения (АСВС).

Назначением АСВС является управление в сложных ситуациях, не реализованных в алгоритмах системы автоматического управления, инструкциях операторов и регламентах диспетчеров. Для таких ситуаций не существует верифицированных количественных моделей физических процессов, и доминируют трудно формализуемые качественные описания. В таких ситуациях принято привлекать знания экспертов, возможности НИИ, конструкторских бюро, заводов и лабораторий для решения конкретных проблем. Это делается на основе служебных писем, приказов, проведения комиссий, деловой переписки, передачи информации и др. универсальных средств документооборота.

Развитие средств вычислительной техники, цифровой связи, достижения в области теории автоматизации позволяют автоматизировать процесс управления в подобных ситуациях путем создания высокоэффективных проблемно-ориентированных компьютерных средств, ускоряющих выработку решений экспертными группами за счет усиления когнитивных возможностей, соединенных с методами автоматической обработки данных и знаний.

АСВС являются самостоятельным контуром управления, который может создаваться и существовать на всех этапах жизненного цикла технического объекта.

Как средство автоматизации АСВС может иметь целями достижение требуемых показателей, например по ИБ, АСУ на всех этапах ЖЦ.

Основными функциями АСВС на всех этапах ЖЦ являются:
1)организация разработки, согласования и поддержки документов;
2)организация и поддержка работы целевых экспертных групп для решения проблем.

Основными специфическими задачами АСВС на этапе эксплуатации являются:
1)периодический или инициированный операторами мониторинг и прогнозирование состояния объекта управления;
2)классификация, установление причин инцидентов;
3)прогноз состояния объекта управления вследствие действия причин инцидентов;
4)выработка управляющих решений;
5)мониторинг реализации управляющих решений.

Вспомогательными задачами АСВС являются:
a)ведение базы данных о состоянии объекта управления;
b)ведение базы данных инцидентов;
c)создание, поддержание и расширение базы знаний о причинах, протекании, эффективности мер по противодействию инцидентов на основе автоматиче-ского, автоматизированного и экспертного анализа научно-технической лите-ратуры (данные об испытаниях, статьи и т.д.);
d)ведение базы данных экспертов;
e)организация интерсубъектного взаимодействия экспертов, собственных и внешних баз знаний и данных;
f)организация удаленного взаимодействия через персонал и напрямую с компьютерными моделями объекта (при наличии и доступности).

Целью АСВС на этапе проектирования/конструирования является обеспечение качества документов, на этапе изготовления/испытаний является разработка способов тестирования на вторжения и др., на этапе эксплуатации является сохранение основных штатных и не допущение активизации вредоносных скрытых функций путем удаленного аудита, анализа инцидентов, консультирования и т.д.

Корневой алгоритм решения задач в АСВС представляет собой типовую последовательность действий, характерную для решения задач (подзадач) группами экспертов (ЭГ):

а) идентификация проблемы;

б) постановка задачи;

в) назначение ответственного (ведущего ЭГ);

г) решение задачи ведущим с использованием баз данных/знаний, пакетов прикладных программ или с привлечением экспертов-представителей компетентных организаций, в последнем случае:

a)выбор ведущим ЭГ состава экспертов и метода работы с экспертами;

b)составление ведущим с участием экспертов информационной базы;

c)обсуждение проблемы в группе;

d)подготовка решения ведущим или автоматическим алгоритмом;

e)согласование и утверждение решения экспертами.

Процесс решения задач в АСВС выглядит как выполнение корневого алгоритма один и более раз. Если исходная задача разбивается на независимые подзадачи, то корневой алгоритм может выполняться параллельно для всех подзадач. Могут быть случаи, когда задача может быть решена итеративным способом, при котором решения, полученные применением корневого алгоритма, затем используются для уточнения постановки задачи на последующих итерациях. Могут быть и смешанные случаи, когда часть итераций может быть выполнена параллельно. На рис.3 приведена возможная структура АСВС.

Автоматизируя и регламентируя процесс авторского и экспертного сопровождения на всех этапах жизненного цикла, АСВС могут дать большой экономический эффект для собственников больших (и/или сложных) технических объектов: при небольшой стоимости создания и небольших эксплуатационных

расходах АСВС способны обеспечить экономию средств на командировки, консультации, экспертизы, защиту информации и др. **ИПУ РАН планирует проведение НИР и ОКР по этому направлению в сотрудничестве с другими организациями и/или по заказу.**

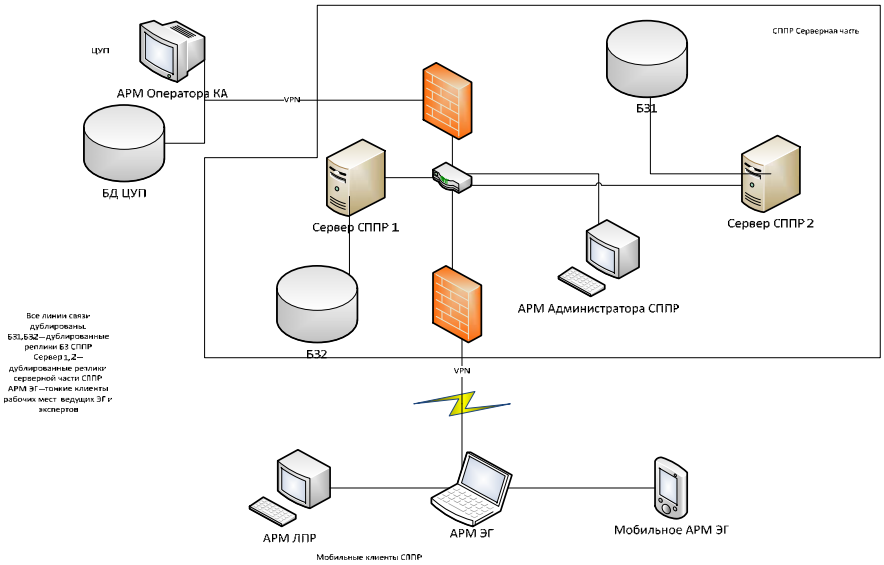


Рис. 3. Пример схемы программно-технического комплекса АСВС.

Литература

1. Бывайков М.Е., Жарко Е.Ф., Менгазетдинов Н.Э. и др. Опыт проектирования и внедрения системы верхнего блочного уровня АСУТП АЭС // Автоматика и телемеханика. 2006. - № 5. С. 65-68.
2. Менгазетдинов Н.Э., Полетыкин А.Г., Промыслов В.Г., Зуенкова И.Н., Бывайков М.Е., Прокофьев В.Н., Коган И.Р., Коршунов А.С., Фельдман М.Е., Кольцов В.А. Комплекс работ по созданию первой управляющей системы верхнего блочного уровня АСУ ТП для АЭС «Бушер» на основе отечественных информационных технологий. М.: ИПУ РАН, 2013. с. 95. 2013; http://www.ipu.ru/sites/default/files/page_file/busher.pdf
3. Менгазетдинов Н.Э., Полетыкин А.Г., Промыслов В.Г. Новые кибернетические угрозы и методы обеспечения кибербезопасности в цифровых системах // Энергетик с. 34-41. 2012. №7.
4. Полетыкин А.Г. Критерии устойчивости объектов с цыфровыми системами управления к воздействиям кибератак на основе анализа штатных и скрытых функций / Материалы Седьмой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2013). М.: ИПУ РАН, 2013. Т. 1. С. 104-105.
5. Полетыкин А.Г. Автоматизированные системы внешнего сопровождения и пример применения для обеспечения кибербезопасности / Труды 8-ой Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2015, Москва). М.: ИПУ РАН, 2015. Т. II . С. 76-88.
6. Полетыкин А.Г. Формализованный метод оценки и управления рисками для обеспечения кибербезопасности больших систем управления. Материалы 8-й международной конференции «Упраление развитием крупномасштабных систем MLSD'2015», 29 сентября – 1 октября 2015 г., Т.I, Пленарные доклады. – М.: ИПУ РАН. – С.123-129.
7. Промыслов В.Г., Полетыкин А.Г. Формальная иерархическая модель безопасности верхнего уровня АСУ ТП АЭС // Ядерные измерительно-информационные технологии. 2012. Т. 4(44). С. 39-53.
8. http://omole.ws
9. http://www.ipu.ru/import_substitution
10. http://www31.ipu.rssi.ru

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук
Россия, 117997, ГСП-7, В-342, г. Москва, Профсоюзная, 65
т.: +7 (495) 334-8910, ф.: +7 (495) 334-9340
snv@ipu.ru www.ipu.ru

2.3. Экология энергетики, технологии и оборудование систем газоочистки, пылеуборки, водоподготовки и водоочистки, золоудаления и переработки отходов..

Эффективное решение в области мокрой очистки газов. (ООО «Промышленно-Инновационная Компания»)

ООО «Промышленно-Инновационная Компания»,
Зилинг Евгений Александрович, Исполнительный директор

ООО «Промышленно-Инновационная Компания» является разработчиком и производителем Центробежно-Барботажных Аппаратов (ЦБА), предназначенных для различных задач, в частности, для мокрой очистки воздуха/газов от пыли и примесей.

Центробежно-Барботажный Аппарат (ЦБА) – это устройство с идеальным смешением газа и жидкости. Принцип работы ЦБА основан на прохождении газа через вращающийся слой жидкости, удерживаемый центробежными силами в завихрителе.

ЦБА могут использоваться в качестве скруббера, абсорбера, десорбера, контактного теплообменника, химического реактора в технологических процессах.

ПРОЦЕССЫ

ЦБА могут использоваться в следующих процессах:

1) Абсорбция
   а) очистка промышленных газов от примесей: фтор (F_2), хлор (Cl_2), серы (SO_X) и азота (NO_X) оксиды, плавиковая (HF), соляная (HCl), азотная (HNO_3), серная (H_2SO_4), хлористая ($HClO_2$) кислоты, аммиак (NH_3), сероводород (H_2S), натрия гидроксид (NaOH), ртуть (Hg), цианиды и др.
   б) получение готового продукта поглощением газа жидкостью, например:
      - абсорбция серного ангидрида (SO_3) (производство серной кислоты – H_2SO_4)
      - абсорбция хлористого водорода (HCl) (получение соляной кислоты)
      - абсорбция оксидов азота (NO_X) водой (производство азотной кислоты – HNO_3)
   в) разделение газовых смесей для выделения одного/нескольких ценных компонентов смеси (избирательная абсорбция).
2) Десорбция
   ЦБА могут использоваться для десорбционной очистки жидкости от растворённых в ней примесей и газов (то есть для удаления из жидкостей веществ, поглощённых при абсорбции) путём продувки жидкости несорбируемыми газами.
   Сочетание абсорбции с десорбцией позволяет многократно использовать поглотитель и выделять абсорбируемый компонент в чистом виде. Для этого раствор после абсорбера направляется на десорбцию, где происходит выделение компонента, а регенерированный раствор вновь направляется на абсорбцию. При такой круговой схеме поглотитель почти не расходуется, и постоянно циркулирует через систему абсорбер-десорбер-абсорбер.
3) Мокрая очистка воздуха/газов от крупно-, средне- и мелкодисперсной пыли
4) Снижение температуры дымовых газов (охлаждение за счёт теплоёмкости жидкости и испарения)
5) Утилизация тепла отходящих газов
6) Осушка дымовых газов (конденсация водяных паров за счёт охлаждения газов)
7) Очистка воды от примесей и газов (обезжелезивание, аэрация, деаэрация)
8) Очистка нефти и углеводородных газов от примесей
9) Другие диффузионные процессы, эффективность которых определяется степенью смешения фаз газ-жидкость

ОТРАСЛИ

ЦБА могут применяться в различных отраслях: энергетика, металлургия, химия, нефтехимия, нефтепереработка, сельское хозяйство, производство удобрений, производство строительных материалов, добыча и обработка, машиностроение, другие отрасли.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ЦБА

На рис. 1 изображён ЦБА в разрезе. В зависимости от решаемых задач, устройство может комплектоваться одной (рис. 1 слева), двумя (рис. 1 справа) и более ступенями (для увеличения времени контакта фаз).
Аппарат работает следующим образом: газы через патрубок 1 под давлением/разрежением поступают в ЦБА. Рабочая жидкость подаётся через патрубок 2. Далее газ с жидкостью поступают в завихритель 3.

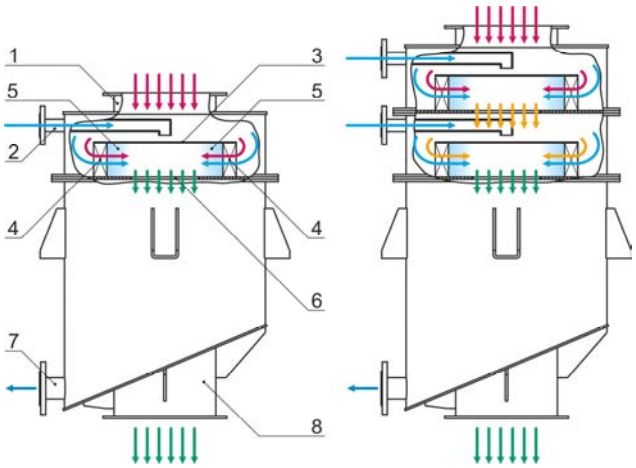


Рис. 1 ЦБА в разрезе

На рис. 2 изображён горизонтальный разрез завихрителя. Газ с жидкостью поступают в завихритель через тангенциальные щели.

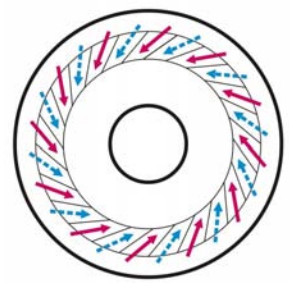


Рис.2 Разрез завихрителя (вид сверху)

Внутри завихрителя газ начинает вращаться (вращение достигается за счёт ввода газа в завихритель по касательной траектории) (рис. 3). Вместе с газом начинает вращаться поступающая в завихритель жидкость, раскручиваемая кинетической энергией газа.

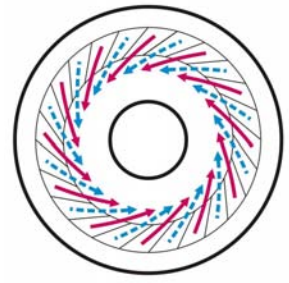


Рис. 3

Под действием центробежных сил вращающаяся жидкость прижимается к боковой поверхности завихрителя, где постоянно раскручиваемая вдуваемым газом, образует вращающееся пенное кольцо, заполняющее всё внутреннее пространство до центрального отверстия (рис. 4). При этом сам ЗАВИХРИТЕЛЬ НЕ ВРАЩАЕТСЯ (стационарен), ВРАЩАЕТСЯ ТОЛЬКО ПЕННОЕ КОЛЬЦО.

Рис. 4

Газ с жидкостью двигаются через вращающийся пенный слой по спиральной траектории от периферии к центру (рис. 5). Поскольку скорость газа в десятки раз превышает скорость жидкости, то при его прохождении через вращающийся слой, газ с жидкостью дробятся в поле центробежных сил на очень мелкие пузырьки с развитой быстрообновляемой поверхностью контакта (размеры пузырьков обратно пропорциональны центробежным ускорениям).

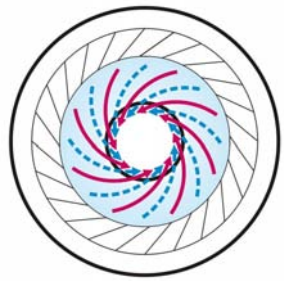


Рис. 5

После выхода из первой ступени газожидкостная смесь поступает во вторую (рис. 1 справа), третью и так далее ступени, работающие аналогично первой. После выхода из последней ступени газожидкостная смесь попадает в сепарационную зону, где происходит разделение жидкой фазы и газа. После выхода из сепарационной зоны жидкость стекает в нижнюю часть аппарата – поддон, – откуда через патрубок 7 выводится из ЦБА. Очищенный воздух через патрубок 8 выбрасывается из аппарата.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Типоразмерный ряд

Типоразмерный ряд ЦБА включает 21 базовый типоразмер, отличающийся производительностью.

Производительность

Номинальная производительность типоразмерного ряда по воздуху/газу – от 1 000 до 50 000 м^3/час.

Ступени

Каждый ЦБА (вне зависимости от типоразмера) может комплектоваться несколькими ступенями, как правило, от 1-й до 3-х, реже – 4.

Дополнительными ступенями могут комплектоваться уже эксплуатируемые ЦБА (причём прямо на площадке заказчика).

Потеря давления

- 2,0-2,5 кПа (одноступенчатый ЦБА)
- 3,5-4,0 кПа (двухступенчатый ЦБА)
- 5,0-5,5 кПа (трёхступенчатый ЦБА)

Потеря давления в одной ступени – 1,5 кПа (при нормальных условиях и номинальной производительности).

Температура очищаемых газов

ЦБА могут работать в диапазоне температур очищаемого газа от +5 до +1200°С. Соответственно необходимость в охлаждении газов перед газоочисткой в некоторых случаях отсутствует.

Габариты и масса

Габариты и масса самого маленького и самого большого ЦБА в типоразмерном ряде:

- ЦБА-1Т производительностью 1 000 м^3/час: диаметр – 310 мм; высота – 630 мм; масса – 35 кг
- ЦБА-50Т производительностью 50 000 м^3/час: диаметр – 2100 мм; высота – 4100 мм; масса – 2 100 кг

Материалы и модификации

Используемые материалы: углеродистая, нержавеющая сталь, титановые сплавы, полимеры.

Для предотвращения абразивного износа на внутренние поверхности ЦБА может наноситься высокопрочное покрытие, стойкое к истиранию и действию абразивов.

У ЦБА камера входа газа может иметь два варианта исполнения:

- камера с входом газа сверху (рис. 6 слева)
- раскручиватель в виде «улитки» (рис. 6 справа)

Вне зависимости от исполнения камеры входа газа, ЦБА могут работать как под давлением, так и под разрежением. Исполнение камеры входа газа преследует цель более удобной обвязки ЦБА, и не влияет на эффективность его работы.

Рис. 6 ЦБА с различным исполнением камеры входа газа

ПРЕИМУЩЕСТВА

1) Высокие коэффициенты тепломассообмена (читай: высокая эффективность) за счёт:
   - высоких скоростей газа (на порядок выше, чем в других устройствах), в десятки раз увеличивающих удельную поверхность контакта фаз;
   - разных скоростей движения жидкости и газа в пенном слое, позволяющих жидкости постоянно уносить продукты реакции с границы раздела фаз газ-жидкость.
2) Малые габариты. При сопоставимой производительности ЦБА обладают значительно меньшими габаритами и массой по сравнению с другими скрубберами.
3) Работа с высокотемпературными газами
4) Простота и надёжность конструкции:
   - отсутствие вращающихся узлов;
   - отсутствие форсунок (часто забиваются), что не предъявляет жёстких требований к качеству жидкости; зарастание форсунок становится постоянной «головной болью» при улавливании слипающейся пыли или использовании цементирующихся абсорбентов;
   - давление жидкости на входе в ЦБА не регламентируется (в форсунки же жидкость, для её распыления, должна подаваться под определённым давлением).
5) Автомодельность режима работы при колебаниях расхода газа – чем больше расход газа, тем больше центробежные силы, удерживающие (стабилизирующие) пенный слой, в котором происходят тепломассообменные процессы.
6) Отсутствие брызгоуноса благодаря эффективно работающей сепарационной зоне, предназначенной для разделения жидкой фазы и газа. Таким образом, ЦБА не требуют установки дополнительных выносных каплеулавливающих устройств в системе. Тем не менее, по желанию заказчика вместе с ЦБА могут поставляться удобные для монтажа каплеуловители нашей собственной конструкции.

ЦБУ

Центробежно-Барботажная Установка (ЦБУ) – газоочистной комплекс на базе аппарата ЦБА. В состав такой установки может входить (основные узлы и элементы):

- Центробежно-Барботажный Аппарат
- ёмкость
- металлоконструкции (рамы, постаменты)
- БРС, фитинги, арматура, рукава – элементы для обвязки
- вентилятор/вентиляторы с принадлежностями (исполнения: общепромышленное, коррозионностойкое, теплостойкое, взрывозащищённое, комбинация вышеперечисленных исполнений)
- насосное оборудование (для различных сред, включая агрессивные)
- шкаф управления со следующими функциями:
  а) управление вентиляторами
  б) управление насосами
  в) индикация уровня жидкости в ёмкости
  г) предотвращение сухого хода насосов
  д) мониторинг pH и температуры среды (опционально)
  е) передача телеметрии на диспетчерский пульт (опционально)

Рис. 7 ЦБУ с каплеуловителем

Промышленно-Инновационная Компания, ООО
Россия, 630129, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Кайтымовская, 61
т.: +7 (383) 306-2529, 306-2530, ф.: +7 (383) 306-2529, 306-2530
info@gazochist.ru www.gazochist.ru

Модернизация системы газоочистки и газоудаления, с применением тканевых неметаллических компенсаторов «Компенз-Эластик». (ООО «Компенз-Эластик»)

ООО «Компенз-Эластик», Симонова Юлия Витальевна, Директор по продажам

Компания ООО «Компенз – Эластик» является российским производителем и поставщиком тканевых компенсаторов и быстросъемной тепловой изоляции для крупнейших предприятий России, стран СНГ и Европы.

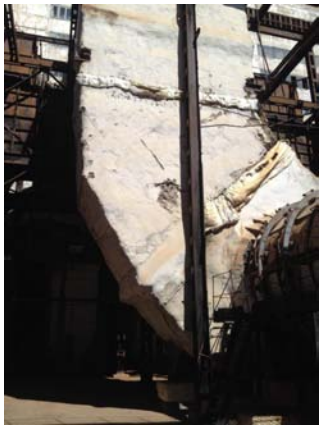
По данным исследований российской Академии энергетики, на начало 2012 года процент износа основного оборудования на электростанциях составил более 65%.Если учесть, что основной пик развития российской электроэнергетики пришелся на 1960-1970 годы, то становится очевидным факт: износ оборудования достиг критического максимума.

Средний возраст основного оборудования электростанций на начало 2016 года составил более 35 лет. Высокая степень изношенности базового оборудования ТЭС приводит к снижению его надежности и эффективности: КПД ТЭС в России составляет 36,6%, а в развитых странах этот показатель лежит в пределах 39-41,5%. Высокий износ оборудования в отрасли приводит к росту аварийных случаев.

В части модернизации ПГВП предлагается замена старых линзовых компенсаторов на новые неметаллические тканевые компенсаторы, а также проектирование новых объектов с учетом установки тканевых компенсаторов.

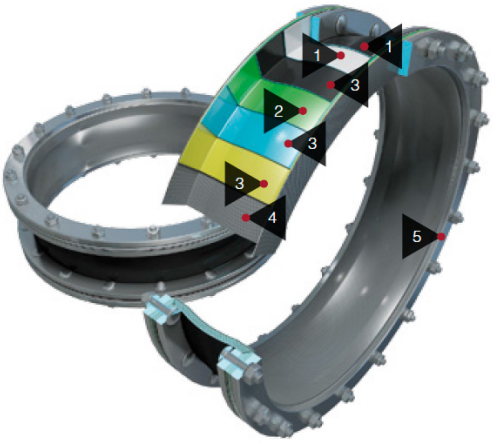
Металлические линзовые компенсаторы ПГВП во время эксплуатации:

- растрескиваются по углам, образуя присосы воздуха, тем самым снижая КПД основного оборудования;
- создают большие нагрузки на фланцы и опоры трубопроводов;
- Имеют низкую компенсирующую способность;
- Имеют большой вес;
- Создают большие затраты при последующей замене / ремонте;



Тканевый компенсатор – это специальное гибкое соединения, состоящее из тканевой вставки и присоединительной и защитной арматуры, предназначенное для компенсации температурных удлинений трубопроводов.

Тканевая часть изготавливается из одного или более слоёв материала, которые несут в себе две функции: температурная изоляция и герметизация. Материалы подбираются индивидуально для каждого конкретного применения. Мы используем около 30 различных материалов, обеспечивающих 100% безопасную и долгосрочную работу компенсатора. Металлическая часть является каркасом и разрабатывается в зависимости от конструкции компенсатора, марка стали металлической части компенсатора идентична марке стали трубопровода



Устройство тканевого компенсатора:

1. Внешний газоплотный слой; 2.Изоляционный материал; 3. Изоляционная ткань, устойчивая к высоким температурам; 4. Сетка из нержавеющей стали; 5. Прижимной фланец.

Преимущества тканевых неметаллических компенсаторов:

- Большая компенсирующая способность одновременно во всех направлениях при малых размерах;
- Низкая жесткость;
- Отсутствие ограничений по размерам и конфигурации;
- Высокая химическая стойкость материалов;
- Удобство в Доставке;
- Низкий вес и простота монтажа;

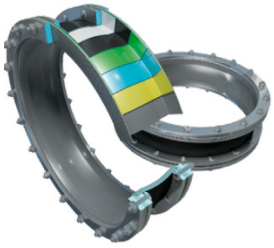
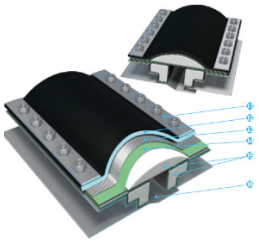
- Экономичность при замене. При необходимости замены компенсатора, меняется только тканевая часть, а металлическая часть не требует демонтажа.

Условия эксплуатации тканевых компенсаторов:

- Рабочий диапазон температур рабочей среды: от − 60 до +1100°С;
- Температура окружающей среды: от − 60°С;
- Количество циклов работы компенсатора: 100.000 — 1.000.000 циклов;
- Антивибрационный цикл работы: без ограничений;
- Компенсирующая способность: осевая — до 500 мм /сдвиг — до 250 мм;

В зависимости от условий эксплуатации нашей компанией подбирается та или иная конструкция. Для подбора компенсатора заказчику необходимо просто заполнить опросный лист. После чего для согласования направляется технико-коммерческое предложение и чертеж компенсатора общего вида. Стандартно ответ мы стараемся готовить в течении 1-2 дней, если проект большой то не более 1 недели.

Типы тканевых компенсаторов:

Гибкие вставки для дымососов и вентиляторов:	Тканевые компенсаторы для высоких температур:	Многослойные с внутренней изоляцией:	Тканевые компенсаторы ПГВУ:
			
Места установки: • Гибкие вставки для вентиляторов; • гибкие вставки дымососов; • гибкие вставки тягодутьевых машин; • гибкие вставки для воздуховодов.	Места установки: • Технологическое оборудование ТЭС; • компенсаторы газопроводов; • технологические газоходы; • компенсаторы воздухопроводов; • тканевые компенсаторы газоходов; • гибкие вставки тягодутьевых машин.	Места установки: • Компенсаторы для газоперекачивающих • компрессорных станций; • компенсаторы для энергетических газовых • турбин; • компенсаторы для запыленных сред; • компенсаторы для конвективной шахты и • топки котла; • компенсаторы на газоходах доменного газа.	Места установки: • Гибкие вставки для вентиляторов; • гибкие вставки дымососов; • гибкие втавки тягодутьевых машин; • гибкие вставки для воздуховодов. Прим. Данный тип тканевых компенсаторов, в отличие от устаревших конструкций линзовых компенса-торов ПГВУ , изготавливается из нескольких слоев химически и термически стойких композитных материалов.
Температура применения: до +265°С	Температура применения: до +500°С	Температура применения: От +500 до +1200°С	Температура применения: до +500°С

В России тканевые компенсаторы не так популярны и распространены, как, например, в европейских странах, но тем не менее, на сегодняшний день все больше и больше предприятий черной и цветной металлургии, электроэнергетики, цементных заводов, машиностроения, нефтегазовой, целлюлозно-бумажной, химической и других отраслей промышленности отдают предпочтение именно тканевым компенсаторам.

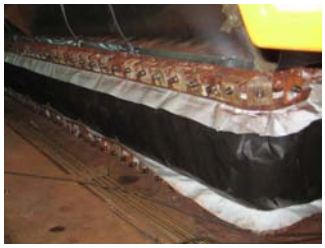
Примеры продукции в различных отраслях промышленности:

Угольные Электростанции (новое устроительство):

Компенсаторы Электрофильтра ALSTOM

Компенсаторы газоходов водогрейных и энергетических котлов

уплотнения прохода коллекторов через обшивку котла



Компенсаторы в составе ПГУ:

Компенсаторы имеют все необходимые разрешения и сертификаты, а также сопровождаются полным пакетом технической документации.

Более подробную информацию вы можете получить на нашем сайте: www.kompenz-elastic.ru

Компенз-Эластик, ООО
173526, Новгородская обл., Новгородский район, п. Панковка ул. Индустриальная, д. 18
т.: +7 (911) 611-6548, +7 (8162) 64-5334; ф.: +7 (8162) 64-5370
j.simonova@kompenz-elastic.ru info@kompenz-elastic.ru www.kelast.ru

Типовые решения для реконструкции газоочистного оборудования предприятий теплоэнергетики на основе новых технологий очистки дымовых газов. (ЗАО «Кондор-Эко»)

ЗАО «Кондор-Эко»,
Чекалов Лев Валентинович, Генеральный директор, доктор технических наук.
Гузаев Виталий Александрович, Начальник отдела, кандидат технических наук.

Согласно рекомендациям (ГОСТ Р 54204-2010) по применению НДТ (наилучшие доступные технологии) для обеспыливания уходящих газов на крупных ТЭС, сжигающих каменные и бурые угли, уровень выбросов пыли как для действующих предприятий, так и для проектируемых установлен в пределах 5…30 мг/нм^3, а эффективность очистки от 99,5 % до 99,95 %. В качестве НДТ рекомендуется использовать электростатические золоуловители и рукавные фильтры.

Исторически вопросы разработки типовых технических конструкций в области газоочистки для теплоэнергетики в нашей стране осуществлялись при тесном взаимодействии ВТИ и НИИОГАЗа: ВТИ предлагалась схема технологического процесса с газоочисткой, а НИИИОГАЗ осуществлял разработку газоочистного оборудования. Если ранее схема технологического процесса состояла из котла – пылеочистки – дымососа - трубы, то в настоящее время в котле предусматривается азотоочистка, а после пылеочистки предлагается сероочистка или доочистка перед трубой. В любой схеме вопросы улавливания твёрдых частиц газоочистным аппаратом остаются первостепенными.

В качестве аппарата газоочистки в отечественной теплоэнергетике в основном используется электростатические золоуловители. Проводимые в течение нескольких десятилетий НИОКР по совершенствованию конструкции электростатических золоуловителей (таблица 1) позволили обеспечить требуемый на сегодня уровень выбросов 50 … 500 мг/нм^3 (в зависимости от мощности котла и состава золы). Однако и для строящихся котельных установок, и для требований, вытекающих из закона №219-ФЗ от 21.07.2014 г., и при использовании типовых решений в качестве НДТ необходимо обеспечить снижение выбросов до 10 раз и более. Если бы это осуществлять с применением известных технических решений, которые в большинстве своём работают сегодня в теплоэнергетике, то габариты аппаратов следовало бы увеличить в 1,5…2,0 раза.

Таблица 1

Отечественные электростатические золоуловители для теплоэнергетики

Конструктивные и технологические особенности	Типы электростатических золоуловителей						
	Технология УГ до 1980г.	Технология ЭГА до 2004г.			Технология ЭГАВ с 2004г.		
	УГ, ЭГ	ЭГА	ЭГБ (ЭГБМ)	ЭГВ	ЭГБ1М	ЭГВ (ЭГВМ)	ЭГАВ
1.Межэлектродный промежуток, H_0, мм.	275	300	350	460	400	460	300, 350, 400, 460, 500
2.Тип коронирующих элементов	Ленточно-игольчатые ЛИ	Ленточно-игольчатые ЛИ	Ленточно-игольчатые ЛИ	Ленточно-игольчатые ЛИ	СФ-1	СФ-1	СФ-1
3.Тип осадительных элементов	С-350	СЧС-640	СЧС-640	СЧС-640	ЭКО МК 4х160	ЭКО МК 4х160	ЭКО МК 4х160
4.Выбросы в тех же габаритах аппарата, мг/нм^3	1500	50..500	50..500	50..500	10..150	10..150	10..150

Параллельно с мерами по совершенствованию конструкции проводились работы по созданию благоприятных условий для электростатических золоуловителей и использованию аппаратов фильтрации в теплоэнергетике. Так, для улучшения очистки газов от золы экибастузских углей была реализована техническая идея по снижению удельного электрического сопротивления путём увлажнения или кондиционирования очищаемых газов, а в восьмидесятые годы прошлого столетия активно проводились работы по применению аппаратов фильтрации. К сожалению, увлажнение приводило к низкой долговечности механического оборудования электростатических золоуловителей (в 2…3 раза меньшей заявленного срока службы), а рукавные фильтра не получили распространение из-за отсутствия требуемого фильтровального материала. К тому же режим работы рукавных фильтров с постоянным изменением в

широких пределах гидравлического сопротивления может отрицательно влиять на работу и котла и дымососа, а стоимость текущего обслуживания аппаратов фильтрации в несколько раз превышать затраты на эксплуатацию электростатических золоуловителей.

Поэтому перспективное направление конструктивных разработок и научных исследований по созданию типовых решений по газоочистке в теплоэнергетике было сосредоточено на развитии электрической очистки.

Основные проблемы при использовании электростатического золоуловителя, которые требовали решения, следующие:

- увеличение активного объёма электростатического золоуловителя, для снижения скорости газа;
- интенсификация процесса электрической очистки и электрического питания электростатического золоуловителя для повышения эффективности очистки в тех же габаритах;
- высокие значения входной запылённости и пониженная дисперсность пыли, приводящие к возникновению явления «запирания» первых полей электростатического золоуловителя;
- высокое удельное электрическое сопротивление (УЭС) слоя пыли, приводящее к возникновению обратной короны (зола экибастузского угля);
- высокая абразивность золы (зола экибастузского угля).

В результате решения проблем была создана новая технология электрической очистки – технология ЭГАВ (таблица 2).

Таблица 2

Технология ЭГАВ

Конструктивное исполнение по увеличению активного объема	Новые технологии электрической очистки
1.Увеличение высоты электродов до 13-15метров (возможно до 18 м). 2.Увеличение длины поля с уменьшением пространства между полями. 3.Увеличение межэлектродного расстояния до 500 мм.	1.Технология снижения напряжения зажигания коронного разряда. 2.Технология выравнивания напряженности и токов у осадительного электрода. 3.Технология обеспечения пульсирующего коронного разряда.
Снижение выбросов не менее чем в 3,3 раза.	Снижение выбросов не менее чем в 8 раз.

Конструктивные разработки имели целью увеличения активного объёма электростатического золоуловителя на прежних габаритах «в плане» путём:

- увеличения высоты электродов до 13…15 метров (возможно и до 18 м);
- увеличения длины поля электростатического золоуловителя с уменьшением пространства между электрическими полями по ходу газа;
- увеличения расстояния между электродами до 400 мм (возможно и до 500 мм).

При этом повышение массы аппарата от увеличения высоты и длины электродов компенсируется возрастанием межэлектродного расстояния и не требует принятия крайних мер для усиления опорных конструкций.

Конструктивные мероприятия позволяют снизить выбросы не менее чем в 3,3 раза, что не достаточно для выполнения требований по выбросам согласно рекомендациям по применению НДТ.

Новое представление о процессах в электростатическом золоуловителе и их положительном влиянии на эффективность очистки было получено благодаря исследованиям, проведённым на единственной в мировой практике уникальной исследовательской и стендовой базе, созданной в институте СФ НИИОГАЗ, и накопленного за период более чем 50 лет научного опыта.

На основе более глубокого понимания динамических процессов в электростатическом золоуловителе, начиная с разработок импульсного питания с конца 70-х начала 80-х годов, созданы принципиально новые конструкции электростатических золоуловителей с пульсирующим объёмным зарядом и пониженным напряжением зажигания коронного разряда. В предлагаемых аппаратах внешние конструктивные решения похожи на предыдущие, но процессы внутри происходят по другим зависимостям и характеристикам. В разработке перспективных электростатических золоуловителей принимали активное участие опытные специалисты передовых кафедр ведущих вузов страны (МЭИ, МИИТ и др.) и отраслевого института ВТИ.

Это позволило нашему предприятию в составе Холдинговой группы «Кондор Эко - СФ НИИОГАЗ» сделать качественный скачок в повышении эффективности электрической очистки и в значительном расширении области применения электростатических золоуловителей.

Для гарантированного обеспечения работы электростатического золоуловителя с остаточной запылённостью не более 50 мг/нм^3 (без увеличения габаритов) были реализованы следующие новые технологии электрической очистки:

- создана и разработана технология снижения напряжения зажигания коронного разряда, позволяющая повысить напряжённость электрического поля;
- создана и разработана технология по выравниванию пучности напряжённости и тока короны по поверхности осадительного электрода, позволяющие повысить пробивные напряжения;

- создана и разработана технология пульсирующего коронного разряда в межэлектродном промежутке, позволяющая увеличить предельный заряд за счёт увеличения мгновенной напряжённости на фронте пульсации объёмного заряда.

Повышение напряжённости поля и образование пульсирующего разряда привели к увеличению скорости дрейфа в 1,2…1,5 раза и соответственно повышению эффективности работы электрофильтра, обеспечивая снижение запылённости до 8 раз и более в тех же габаритах по сравнению с аппаратами прежних конструкций.

Для снижения напряжения зажигания более чем в 2 раза разработана новая конструкция коронирующего элемента (патент RU 2229339 от 10.06.2004 г., патент RU 2448779 от 31.08.2010 г.). Сочетание этой конструкции коронирующего элемента с новым осадительным элементом повышенной точности изготовления (патент RU 2377071 от 29.08.2007 г., патент RU 2423200 от 08.07.2009 г.), обеспечивает равномерность напряжённости и тока короны у осадительного электрода. Это позволяет увеличить рабочие напряжения и расширить область работы электрофильтра до УЭС 10^9… 10^{11} Ом · м без обратной короны.

Конструкция новых коронирующих элементов с минимальным радиусом кривизны коронирующих иголок потребовала разработки и освоения нового технологического оборудования для изготовления. Для осадительного элемента, с целью сохранения его геометрии после прокатки, также была освоена и запатентована новая технология производства.

Технология пульсирующего коронного разряда изменяет подход к системе питания электрофильтра. Применение и создание пульсирующего заряда за счёт импульсного питания осуществляется при определённой организации силовой части и системы управления, позволяя увеличить предельную зарядку за счёт увеличения мгновенной напряжённости.

Опыт работы электростатических золоуловителей на основе предлагаемых конструктивных разработок и новых технологических решений уже исчисляется более чем десятком лет.

В таблице 3 представлены результаты замеров эффективности очистки газов в электростатических золоуловителях, разработанных по новым технологиям (технология ЭГАВ).

Таблица 3.

Эффективность очистки газов в теплоэнергетике электростатическими золоуловителями ЗАО «Кондор – Эко» (технология ЭГАВ)

Наименование объекта реконструкции или строительства	Тип электростатического золоуловителя, H_0, мм	Объём газа, $м^3/ч$	К.П.Д. (%)/ вых. запылённость ($г/нм^3$) до реконструкции	К.П.Д. (%)/ вых. запылённость ($г/нм^3$) после реконструкции	Снижение выбросов
1.Омская ТЭЦ-5	ЭГБМ, 350	612 000	97,9 / 1,47	99,83 /0,119	12,35 раза*
2.Новосибирская ТЭЦ-4	ЭГАВ, 400	850 000	98,0 / 0,420	99,83/0,024	11,76 раза**
3.Краснокаменская ТЭЦ	ЭГБ1М, 400	256 000	97,9 / 0,150	99,70/0,037	7,00 раз*
4.Красноярская ТЭЦ-4	ЭГВ, 460	340 000	99,56 / 0,05	99,7/0,041	1,47 раза ***
5.Котельная «КрасМаш»	ЭГАВ, 400	520 000	98,7 / 0,052	99,52/0,0126	2,71 раза***
6.ТЭЦ «Вунг Анг» Вьетнам	ЭГАВ, 400	2 120 000	99,68 / 0,120	99,87/0,087	2,46 раза***
7.Ново-Иркутская ТЭЦ	ЭГБ1М, 400	808 000	97,9 / 0,378	99,87/0,022	16,15 раза*

В таблице: H_0 = межэлектродный промежуток, мм; * реконструкция в тех же габаритах; ** реконструкция с увеличением габаритов; ** *новое строительство.

Анализ таблицы 3 позволяет сделать следующие выводы:

- эффективность очистки газов в теплоэнергетике электростатическими золоуловителями, выполненные по технологии ЭГАВ, обеспечивают в тех же габаритах снижение выбросов от 7 до 16 раз по отношению к применяемым ранее технологиям;
- эффективность очистки составляет от 99,52 до 99,87 %, что находится в границах рекомендаций по применению НДТ (99,5% и выше);
- предлагаемый тип электростатического золоуловителя обеспечивает значение выходной запылённости до 12,6 $мг/нм^3$, что показывает возможность конструктивными решениями снижать влияние полуактивных зон;
- значение выбросов составляет от 12,6 до 119 $мг/нм^3$. Для обеспечения выбросов 5…30 $мг/нм^3$ предполагает дополнительно к технологиям электрической очистки использовать увеличение габаритов

аппарата. Положительный опыт разработки и внедрения электростатического золоуловителя для объёма дымовых газов более 2 000 000 м^3/ч позволяет решать и задачи увеличения активного объёма аппаратов.

Таким образом, в качестве типовых решений, как для реконструкции электростатических золоуловителей теплоэнергетики, так и выполнению рекомендаций по применению НДТ, предлагается использовать новые технические решения, созданные на основе технологии ЭГАВ.

Кондор-Эко, ЗАО
Россия, 152101, Ярославская область., Ростовский р-н, р. п. Семибратово, ул. Павлова, д, 5
т.: +7 (48536) 53-008,54-011, ф.: +7 (48536) 53-112
info@kondor-eco.ru, kondore2000@mail.ru www.kondor-eco.ru

ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ - ТЕХНОЛОГИИ ГАЗООЧИСТКИ В МЕТАЛЛУРГИИ, ЭНЕРГЕТИКЕ, НЕФТЕГАЗОВОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016»

г. Москва, 27-28 сентября 2016 г., ГК “ИЗМАЙЛОВО”

27-28 сентября 2016г. в ГК ИЗМАЙЛОВО состоится Девятая Международная научно-практическая конференция «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016». Основная задача конференции - презентация новейших технологий и оборудования для установок газоочистки: решения для очистки газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота и других вредных веществ, электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, промышленные пылесосы, системы вентиляции и кондиционирования; современные фильтровальные материалы; вентиляторы и дымососы; конвейеры и пылетранспорт; пылемеры, системы экологического мониторинга, газоанализаторы и расходомеры, АСУТП газоочистки.

В конференции ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА ежегодно принимают участие сотни делегатов от ведущих промышленных предприятий и производителей газоочистного оборудования.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Системы сухого золоудаления Пауэрз. (ООО «Пауэрз»)

ООО «Пауэрз», Муратшин М.Х., Савинов С.Н., Чичиленко А.В.

При сжигании угля на ТЭС образуются зола и шлак, которые требуют периодического либо непрерывного удаления и транспортировки за пределы станции.

Зола представляет собой порошкообразный остаток топлива.

Все способы золоудаления можно разделить на два типа: сухое золоудаление (без применения воды) и мокрое золоудаление (с помощью воды).

Компания ООО «Пауэрз» предлагает при модернизации электростанций использовать систему сухого золоудаления, которую условно можно представить в виде 3 подсистем:

- Система транспортировки золы от электрофильтра (ЭФ) к силосному складу;
- Силосный склад и оборудование силоса;
- Система разгрузки силоса.

Рассмотрим подробнее схему работы данных систем.

Для каждого электрофильтра (далее – ЭФ) используется отдельная система с тремя ёмкостями, подающими золу до силосного склада по одному золопроводу (рис.1).

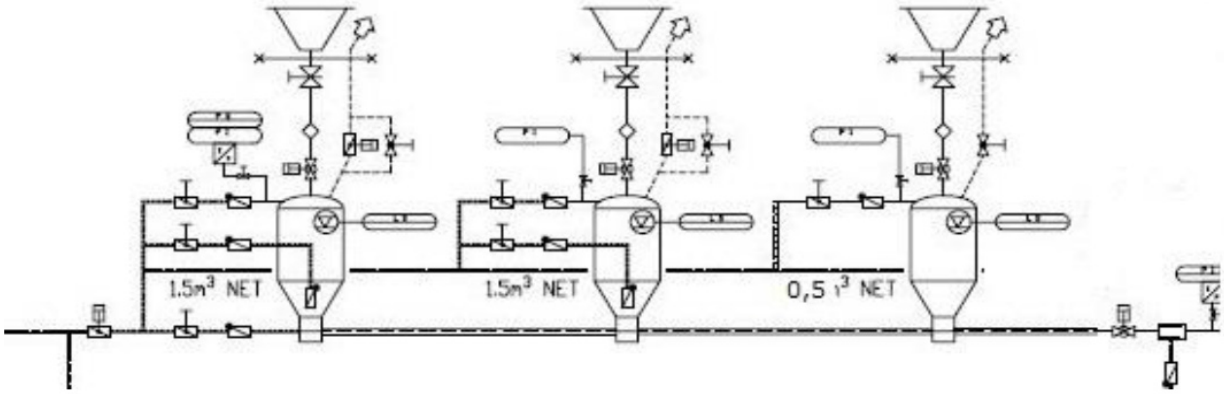


Рис. 1. Схема транспортировки золы от ЭФ к силосному складу

Под каждым золоспуском ЭФ расположена одна емкость пневмокамерного насоса (далее – ПКН) от 1,5 м^3 на первом и втором поле, и 0,5 м^3 на третьем поле) (рис.2). Все три емкости насоса соединены одним транспортным трубопроводов и разгружаются одновременно.

Рис.2. Основные элементы системы транспортировки с ПКН.

Рабочее давление для траспортировки составляет около 2,0 бар.

Для этого предусмотрен компресор с приводом в 37 кВт на каждый ЭФ (исполнение контейнерное совместно с адсорбционным осушителем (для избежания образования конденсата в трубопроводах) и набором фильтров тонкой очистки воздуха).

Над каждой емкостью напорного сосуда установлен клапан со сферическим затвором (рис.3, 4). Данный клапана является надежным и простым в обслуживании. Корпус изготовлен из чугуна. Чаша затвора выполнена из износостойкого материала. Соответствует нормам для сосудов, работающих под давлением.

Рис. 3. Клапан со сферическим затвором

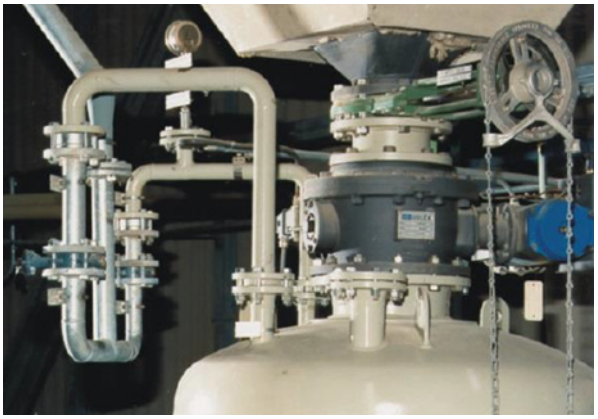


Рис. 4. Место установки клапана со сферическим затвором

Участок трубопровода под емкостями насоса выполнен из трубы TURBOFLOW® (рис. 5). Данная труба обеспечивает транспортировку в плотной фазе с низкой скоростью. За счет этого практически отсутствует износ трубопроводов и потребляет наименьшее количество энергии по сравнению с другими системами пневмотранспорта.

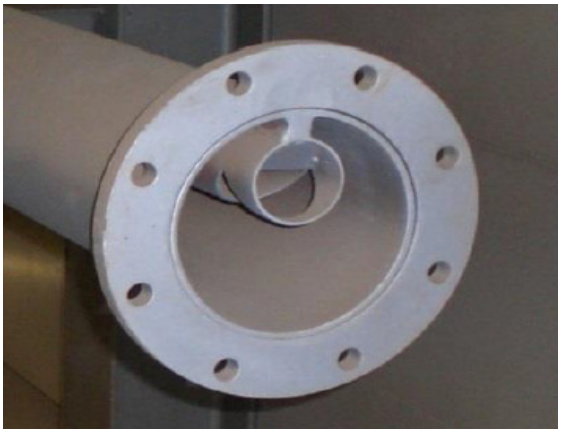


Рис. 5. Трубопровод TURBOFLOW®

Основные преимущества системы:

- Минимальное количество воздуха на транспортировку (около 10 м^3/мин на один ЭФ);
- Низкий расход электроэнергии (2,0 бар, установленная мощность 37 кВт на один ЭФ). Рабочая около 30 кВт.
- Минимальные скорости транспортировки обеспечивают низкий износ и долговечность трубопровода;
- Простота в обслуживании и эксплуатации.

Силосное хозяйство представляет собой два железобетонных силоса емкостью 1500м^3 каждый, оснащенные лестницами и площадками обслуживания, помещением в нижней части силосов для установки смесителей для увлажнения золы и устройства сухой выгрузки золы, утепленное сэндвич панелями.

Оборудование силоса:

- Фильтр рукавный с высокопроизводительным вентилятором;
- Желоб пневмотранспортный с промежуточным бункером и воздуходувками;
- Шиберная задвижка;
- Система аэрации днища силоса;
- Система циркуляции силосного склада.

На верхнем перекрытии силосов предусмотрена установка рукавных фильтров, для аспирации отработанного воздуха и выброса его в атмосферу. Система аспирации оснащена высоконапорным вентилятором с частотным регулированием.

Максимальная запыленность воздуха, сбрасываемого в атмосферу после очистки в рукавных фильтрах – не более 6 мг/м^3.

Желоб пневмотранспортный аэрационного типа предназначен для подачи золы в насос системы рециркуляции. Желоб действует по принципу перемешивания различных мелкодисперсных материалов с капиллярно-распыленным сжатым воздухом, что приводит продукт в состояние перекачиваемой жидкости (рис. 6).

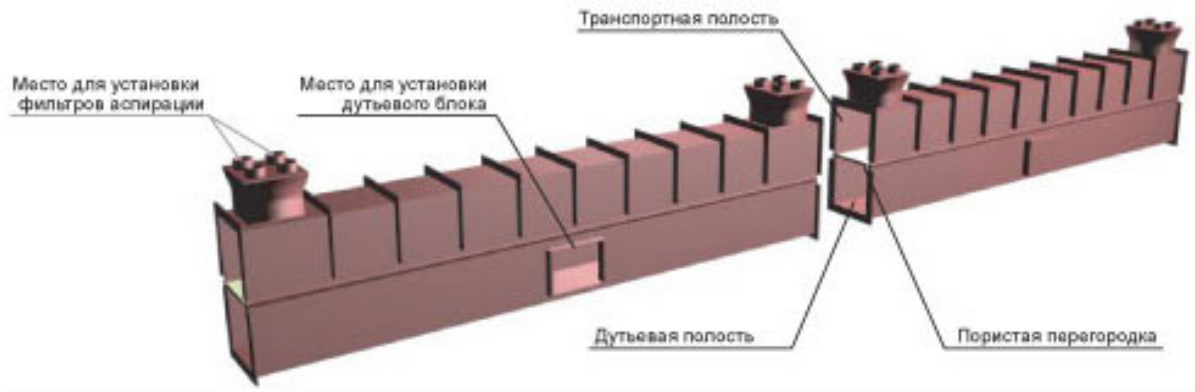


Рис. 6. Желоб пневмотранспортный

Станция циркуляции золы состоит из двух приемных бункеров и насосов производительностью 15-20 т/ч с приводом 22 кВт. Расход воздуха составляет около 14-15 м3/ мин (Т=20°С, 1 бар) и давлением 1,5 бар. Зола подается в приемный бункер насоса по аэрожелобу аналогично схемам подачи на сухую и влажную отгрузку далее транспортируется в любой из бункеров в зависимости от положения переключателя потока (рис.7) установленного на золопроводе.

Рис. 7. Переключатель потока

В силосах для хранения золы уноса аэрация производится периодически для предупреждения залегания (переуплотнения) золы, а также при его выгрузке. Аэрирующими плитками укладывают только 20—25% площади днища силоса; давление подаваемого воздуха должно составлять 2—3 атм при расходе 0,25 м3/мин на 1 м2 аэрирующей поверхности.

Аэрирующий воздух выводится через верхнюю часть силоса, обеспыливается в рукавных фильтрах с автономной вентиляцией и удаляется в атмосферу.

Шиберная задвижка служит для отключения потока среды во время ремонта и замены оборудования силосного склада. Привод шибера выполнен ручным.

На каждом силосе предусмотрены три линии разгрузки:

- Сухая отгрузка на автомобильный транспорт;
- Влажная отгрузка на автомобильный транспорт;
- Подача золы на станцию циркуляции.

Оборудование для сухой загрузки (выгрузки) золы представляет собой аспирационный рукав (рис.8, 9). Аспирационный рукав – это телескопическая двухканальная коаксиальная конструкция. При загрузке сыпучий материал поступает по внутренней полости рукава, в наполняемую ёмкость, а возникающая на выходе из рукава пыль засасывается в наружную полость и транспортируется индивидуальным вентилятором обратно в силос, обеспечивая полное отсутствие пыления при выгрузке материала.

Рис. 8. Аспирационный рукав

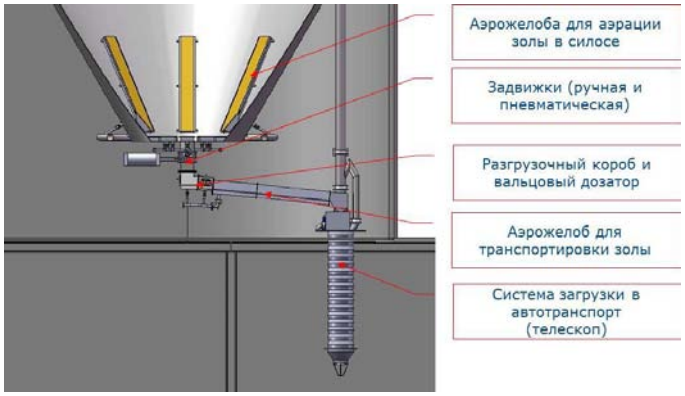


Рис.9. Схема установки аспирационного рукава

Шлюзовой затвор предназначен для порционной подачи золы из силосного склада на систему выгрузки в увлажненном и сухом состоянии (рис.10). Представляет собой ротор с лопастной крыльчаткой, установленной в герметичный корпус. Привод шлюзового затвора электрический через понижающий редуктор.

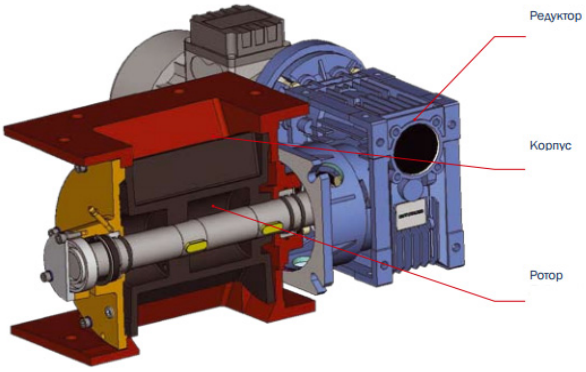


Рис. 10. Шлюзовой затвор (в разрезе)

Система управления двухуровневая:
- верхний –АРМ оператора системы, сервер приложений, базы данных (рис.11);
- нижний –панели и шкафы управления, исполнительные приборы, датчики.

Управление работой камерных насосов дистанционно осуществляет SCADA-система через блоки автоматики и пневматики.

Рис.11. АРМ оператора (возможные варианты)

Пауэрз, ООО «Powerz» Ltd.
173526, Новгородская обл., Новгородский р-он, п. Панковка, ул. Индустриальная, д.20
т.: +7 (8162) 76-5781 , ф.: +7 (8162) 76-5781
info@powerz.ru ww.powerz.ru

Вопросы выбора оборудования при модернизации систем золоудаления в контексте импортозамещения по материалам консорциума «Феникс». (ЗАО «ПрофЦемент-Вектор», Консорциум «Феникс»)

ЗАО «ПрофЦемент-Вектор» (Консорциум «Феникс»), Платонов Всеволод Константинович, Начальник проектного отдела

Информация, представленная в докладе, составлена по материалам последних работ консорциума «Феникс», а также на основе собственного опыта как бывшего работника «УралОРГРЭС».

Актуальность проблемы золоотвалов для угольных ТЭС побуждает к проектированию сухой технологии золошлакоудаления как на вновь строящихся объектах, так и при проведении реконструкции существующих. Надёжная стабильная работа и правильное обслуживание данных систем в равной степени необходимо и для обеспечения надёжной работы ТЭС и для обеспечения качества золы как продукта вторичного использования. ЗАО «ПрофЦемент-Вектор» - лидер консорциума «Феникс», являясь ведущим трейдером на российском рынке зол уноса уже на протяжении более 6 лет, при обследовании ТЭС как потенциальных поставщиков постоянно сталкивается с проблемой невозможности обеспечения стабильных потребительских свойств золы, что является ключевым вопросом для ее эффективного использования. Со своими партнёрами по консорциуму была разработана концепция системы сухого золошлакоудаления ССЗШУ-100, ориентированной на 100% реализацию ЗШМ потребителям. Ключевым принципом проектирования ССЗШУ-100 является обеспечение стабильных свойств золошлаковых материалов, начиная с этапа подготовки угля к сжиганию, до момента отгрузки золы клиенту. Понятно, что для успешной реализации этих принципов в технологии реконструируемых ТЭС с сухим золоулавливанием необходим правильный компромисс между желанием сэкономить и последующей долгосрочной работой, и как ключевой составляющей – используемое оборудование. В ограниченном формате доклада затрону только ряд существующих на сегодня вопросов по данной технологии, то, что касается оборудования пневмотранспорта золошлаков на дальние дистанции использующего сжатый воздух высокого давления, в первую очередь пневмокамерных насосов (ПКН).

На сегодняшний день на ряде Российских ТЭС имеется опыт эксплуатации современных систем пневмозолоудаления с использованием импортного оборудования и появилась возможность провести некий сравнительный анализ этого опыта с необходимыми выводами, что позволит принимать более правильные решения по выбору технологии удаления.

Опыт использования в России купольных загрузочных клапанов импортного производства

Из загрузочных устройств для ПКН данное устройство является на сегодняшний день самым надёжным из применяемых в России и основным в мировой энергетике.

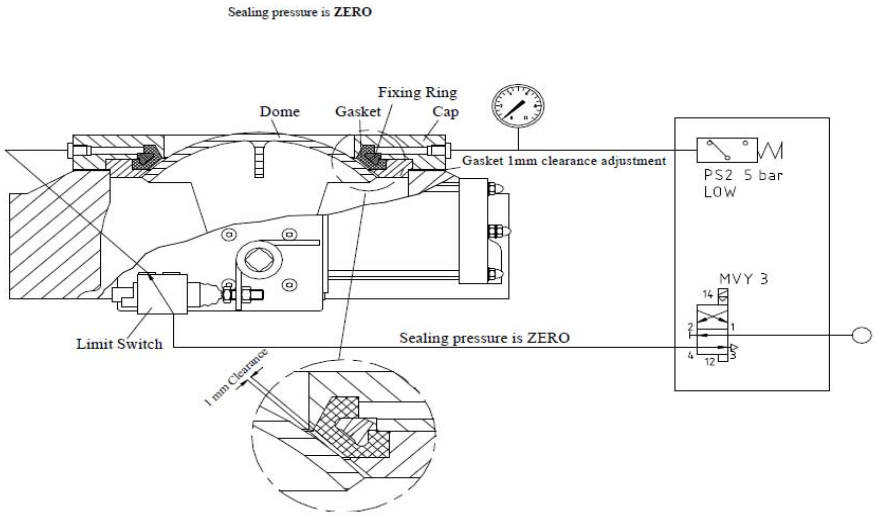


Рис.1. Конструкция купольного клапана с пневмоприводом

Рассмотрим пример части технического предложения по системе пневмозолоудаления с использованием ПКН импортного производства от подрядчиков участвующих в конкурсах на новое строительство или реконструкцию:

Рис.2. Купольный клапан MÖLLER

Данный клапан является надежным и простым в обслуживании (модульная система).

Корпус изготовлен из чугуна с шаровидным графитом.

Чаша затвора выполнена из износостойкого материала.

Соответствует нормам для сосудов, работающих под давлением.

В качестве примера, можно назвать Саяногорский Алюминиевый Завод. Установка введена в эксплуатацию в 2006 году. Система с пневмокамерными насосами и Turbuflow (2 х 450 м, 55 т/ч высокообразованного оксида алюминия). Линия работает 24 часа в сутки. Только раз в год меняют резиновую прокладку на клапане (40 мин работы). Больше никаких запасных частей за 9 лет эксплуатации не потребовалось - несмотря на суровые условия эксплуатации в Сибири.

Характерный ответ на данное предложение и комментарии от **«заказчика»** строительства или реконструкции системы пневмозолоудаления ТЭС:

Недостатки:

1) Значительное насыщение запорно-регулирующей арматурой с ручным управлением и пнемоэлектроприводами.

2) Каждый пневмокамерный насос оснащен купольными клапанами MÖLLER - компания гарантирует ресурс работы купольных клапанов до 100 тыс. циклов «откр.-закр». По истечению срока эксплуатации требуется приобретение только оригинальных запасных частей изготовителя.

Купольный клапан всех изготовителей - изделие, насыщенное значительным количеством комплектующих импортного производства.

Для герметизации купольных клапанов предусматривается полое, надувное уплотнение из неопрена или силикона. Для пневматического поворотного привода необходим сжатый воздух давлением минимум - 5,5 бар. Давление воздуха для создания необходимой герметичности между куполом и корпусом купольного клапана ~ до 10 бар. По данным CBD стоимость обслуживания одного пневмокамерного насоса составляет 369 евро/год. Рефтинская ГРЭС, учитывая опыт эксплуатации и значительные затраты на техническое обслуживание ПКН, прорабатывает вариант замены купольных клапанов компании Клайд Бергеманн, на более простые технические решения.

Фото 1, 2. ТЭС Гацко, Босния. Уплотнение и купольный клапана «Копар», 6.0 месяцев эксплуатации.

Утверждение некоторых изготовителей, что изнашивается только надувное уплотнение, противоречит приведенным фотографиям 1 и 2. Кроме надувного уплотнения за короткий период изнашиваются и купольные клапаны. *Ответственные узлы ПКН, в т.ч и надувное уплотнение, купол отечественными предприятиями не производятся, что ставит надежность работы системы золоудаления и станции в зависимость от оригинальных запасных частей изготовителя.*

Купольный клапан является сложным технологическим узлом.

Разберём данный комментарий, дополнив его аналогичной информацией от меня как участника некоторых представленных здесь событий.

На ТЭЦ Гацко (блок 300 МВт, выход золы от 60 до 90 т/час) нашим коллективом в 2011 году была произведена полная замена системы сухого золоудаления (гидрозолоудаление на ТЭС отсутствует) за 25 дневный период останова блока на ремонт.

Фото 1,2 разрушения клапана впечатляют, учитывая, что зола ТЭС Гацко не сильно абразивная. В данном комментарии изложено мнение, основанное на фальсификации, используемой в тендерной борьбе недобросовестными конкурентами с поражающим упорством и с замалчиванием причин. Износ купольного клапана произошел вследствие резко пониженного давления инструментального воздуха (менее 4,0 бар), подводимого к эластичному надуваемому уплотнению клапана, что происходило на данном объекте в первичный период работы системы ПЗУ. Эластичное надувное уплотнение при пониженном давлении воздуха не обеспечивает герметичность клапана, воздух с золой с большими скоростями проходит через мелкие неплотности и изнашивает уплотнение и детали клапана.

При проведении ревизии оборудования в период недельного останова блока ремонт клапана был произведён в мастерских ТЭС. После устранения недостатков по системе инструментального воздуха и достижения стабильного давления 8 бар износ клапанов был исключен. По официальной информации станции на наш запрос в 2014 году: «С момента ввода оборудования системы ПЗУ в эксплуатацию по настоящее время в течение 3 лет система обеспечивает надежное, непрерывное и бесперебойное удаление золы от электрофильтров энергоблока в любых режимах работы котлоагрегата. Эксплуатационное и ремонтное обслуживание оборудование системы простое и малозатратное». Данную информацию представитель ТЭС Гацко Драган Еремич в нашем разговоре подтвердил осенью 2015 года. Как-то это не согласуется с комментариями заказчика где приведён опыт Рефтинской ГРЭС с желанием заменить данный узел. Только опять же надо внимательно анализировать все причины плохой работы системы. Быстрый выход из строя купольных клапанов на Рефтинской ГРЭС был связан с поставкой надувных эластичных уплотнений на рабочую температуру не выше 80°С при температуре золы, равной 140 ^{O}С. Замена уплотнений на правильные обеспечила надежную работу камерных питателей. С подобной же ситуацией столкнулись на новом блоке №3 Берёзовской ГРЭС где на батарейных циклонах установлены двойные купольные клапаны, у которых через неделю выгорели уплотнения, естественно плотность нарушилась, система встала. Под сборным бункером системы удаления золы от ЭФ блока №3 БГРЭС стоят три ПКН с аналогичными клапанами - нареканий нет. Так же и по Черепетской ГРЭС: за весь период непростой эксплуатации с 2014 года сложной трассы от промбункера до силосного склада клапаны работают исправно даже с учётом того, что их используют как пневмопушку (открывают под давлением в камере) для зачистки стенок бункера.

Примеры неправильной эксплуатации систем пневмотранспорта с параметрами сжатого воздуха высокого давления:

Фото 3. Вентиляционный поворотный клапан ПКН на комплексных испытаниях блока 225 МВт на Черепетской ГРЭС.

Из-за проблем с автоматикой, персонал в ночную смену в ручном режиме несколько раз нарушил порядок переключений – появившаяся неплотность привела к подобным разрушениям в течение смены.

Возникает желание поменять на что-то попроще отечественное «ведь работали же». На Рефтинской ГРЭС ещё с 80-х многие годы успешно работала система коммерческого отбора с использованием ПКН Красногорского завода под сборным бункером системы аэрожелобов ЭФ. Для постоянного контроля этих ПКН было оборудовано место оператора в дымососном отделении. Основными недостатками Насоса ТА-29 были быстрый износ загрузочных клапанов и частый их ремонт, а также некачественная работа системы контроля загрузки. Современные ПКН Красногорского завода «БЕЦЕМА» как лучшие в России (остальные не рассматриваем – упрощённые аналоги) оснащены не хуже импортных за исключением загрузочного устройства, которое должно обеспечивать надёжность транспортировки и работы в целом. Происходит частое заедание поворотной дисковой задвижки, устанавливаемой перед загрузочным клапаном для обеспечения его плотности, как и на других прочих шиберных устройствах на золе.

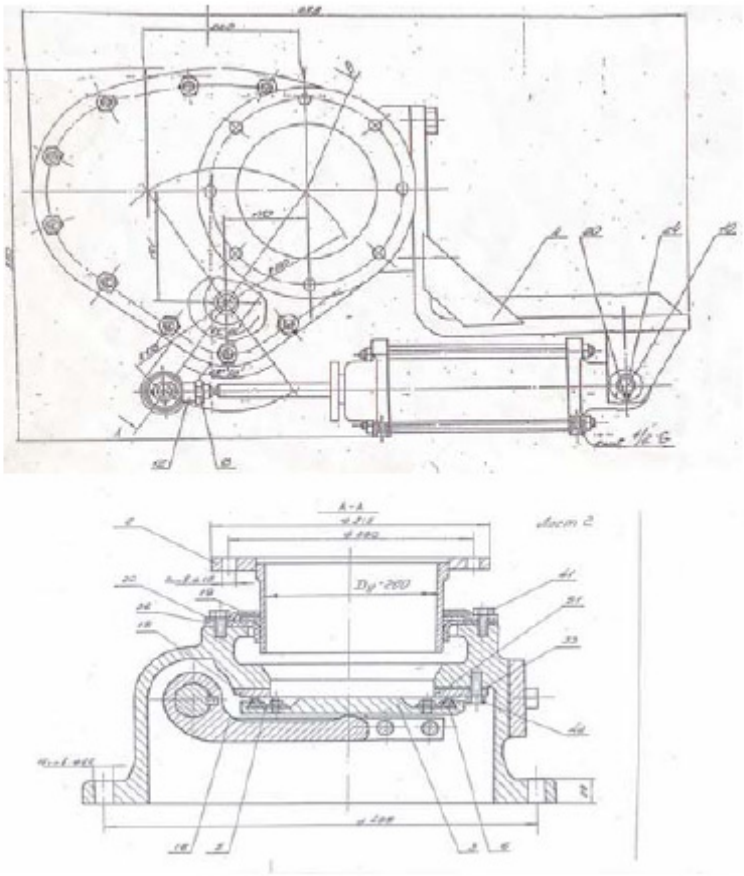


Рис. 4 Конструкция дисковой задвижки и загрузочного клапана ЗАО «БЕЦЕМА» г.Красногорск

В марте этого года у нас состоялась встреча с наладчиками из г.Невьянска настраивавшими работу ПКН ЗАО «Инжиниринговая компания системы пневмотранспорта» г.Таганрог на вновь смонтированной системе пневмозолоудаления на Верхне-Тагильской ГРЭС, то же решались проблемы с заеданием загрузочных поворотных дисковых задвижек в ПКН (по типу фото 3). К сожалению, нет наработки этого типа загрузочного устройства на золе – котлы перевели на газ, но наше мнение – данная арматура по надёжности работы и перекрытию живого сечения в момент загрузки не соответствует необходимым требованиям.

В дополнение к фото 1,2 на фото 4 представлен купольный клапан, безотказно проработавший на дроблёном шлаке 5 лет и переданный на восстановление рабочей поверхности купола после плановой ревизии.

Фото 4.

Примеры (фото 5,6,7) условий эксплуатации, при которых купольные клапана зарекомендовали себя как надёжное безотказное устройство.

Фото 5. Извлечение арматуры из клапана – клапан работал на поворот до упора в арматуру в течение нескольких часов, после извлечения нарушений в работе клапана не обнаружилось.

Фото 6. Очистка трубопровода от материала прошедшего через купольный клапан–на исправность клапана не повлияло.

Фото 7. Очистка системы шлакоудаления от комьев мазута перемешанного со шлаком–на исправность клапана работа на данном материале не повлияла.

Альтернативой или единственным решением по условиям компоновки при реконструкции может стать пневмовинтовой насос (ПВН). Привожу пример (фото 7) аналогичного фото 1, 2 случая неправильной эксплуатации ПВН Claudius Peters через три месяца работы при гарантии 2 года.

Фото 8. Разрушение шнека с износостойким покрытием

На самом деле современные ПВН в том числе отечественного Красногорского завода это вполне надёжное оборудование и закостенелое мнение основанное на материалах, обследований систем золошлакоудаления на 32 ТЭС, выполненных в 1989-90 годах специалистами Уралтехэнерго, СибНИИГа, Южтехэнерго, СибВТИ, МЭИ, - не соответствует действительности.

Выводы:

1. Имеющиеся сейчас на Российских импортные купольные клапаны могут быть отремонтированы на отечественных предприятиях. Потребуется закупка за рубежом надуваемых уплотнений при необходимости их замены.

2. При проектировании новых систем пневмотранспорта золы с использованием ПКН отдавать предпочтение моделям с купольными загрузочными клапанами. В настоящее время ведутся переговоры по локализации данного узла.

Консорциум «Феникс»
Россия, 196066, Санкт-Петербург, Московский пр., 212, литер А., офис 8017
т.: +7 (812) 363-0143, ф.: +7 (812) 363-0143
info@ksfenix.org http://ksfenix.org/

Внедрение новых и модернизация существующих систем вакуумной пылеуборки на предприятиях энергетического комплекса, работающих на твердом топливе. (ООО «Вектор-Инжиниринг»)

ООО «Вектор-Инжиниринг», Ряжин Анатолий Антонович, технический специалист.

Основная цель доклада – донести до участников конференции обобщенный опыт использования в РФ вакуумных систем, предназначенных для сбора отложений пожаро/взрывоопасной пыли, золы и просыпи угля на объектах энергетики, использующих в качестве сырья твердое топливо. Презентация вариантов технических решений, разработанных компанией «Вектор-Инжиниринг» (г.СПб) совместно со своими партнерами (фирма Wieland, Германия) и реализованных на предприятиях ТЭК в Российской Федерации.

ООО «Вектор-Инжиниринг» – инжиниринговая компания, предлагающая профессиональные и эффективные решения любого уровня сложности в области обеспыливания промышленных производств. Наша фирма производит промышленное аспирационное оборудование. Проектирует и внедряет системы газоочистки, аспирации и пылеуборки на основе оборудования собственного и импортного производства. В состав компании ООО «Вектор-Инжиниринг» входят проектный и конструкторский отделы, основу которых составляют инженеры и проектировщики с профессиональным стажем работы в своей области не менее 5 лет.

С 2005 года ООО «Вектор-Инжиниринг» является дилером, а с июня 2009 года официальным представителем в России и странах СНГ компании **Wieland Lufttechnik GmbH (Германия)** – европейского лидера в разработке и производстве промышленного оборудования для вакуумной пылеуборки.

За годы своей работы мы смогли решить множество ответственных технических задач, имеющих в своей основе использование технологии вакуумной уборки и транспортировки сыпучих и пылящих материалов. На различных предприятиях строительной, металлургической, химической и других отраслей промышленности, вакуумная пылеуборка давно зарекомендовала себя, как экономически обоснованная и важная часть технологического процесса, одна из весомых составляющих в области улучшения экологии, поддержания уровня промышленной безопасности и повышения культуры производства.

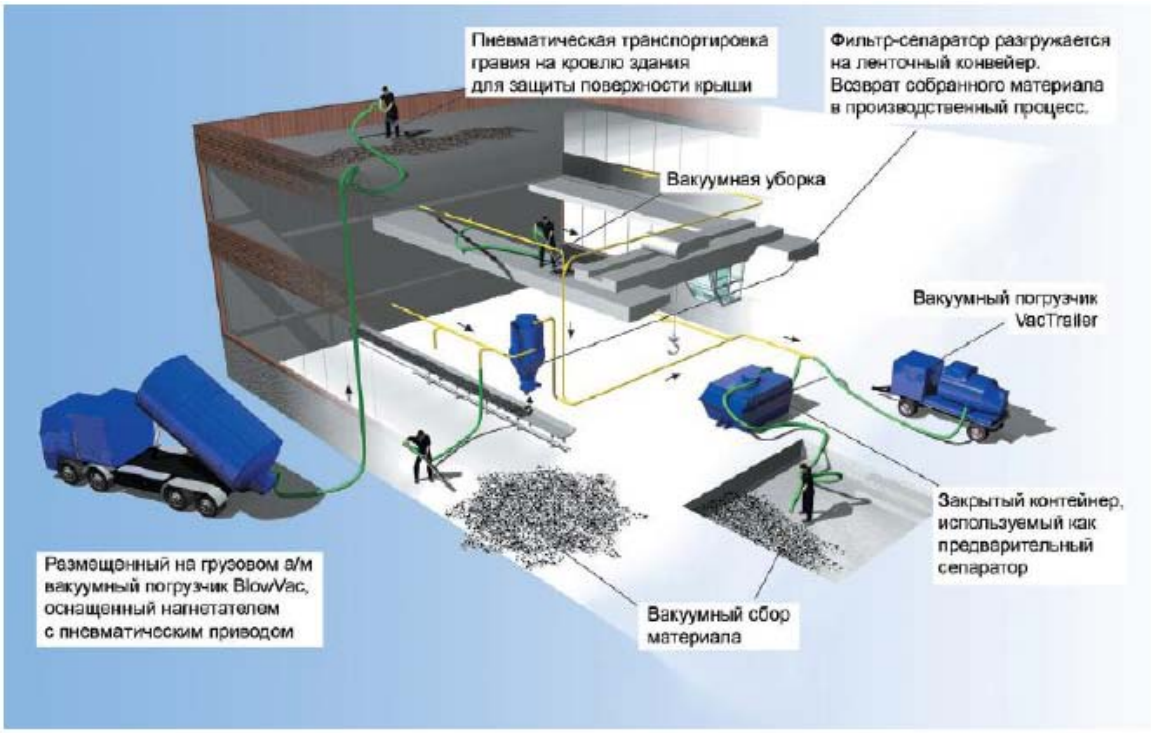


Рис. 1. Вариант использования систем вакуумной уборки на промышленных предприятиях.

В последние годы на предприятиях в энергетике также активизировался процесс модернизации существующих, морально устаревших и технически неисправных вакуумных систем, а также началось широкомасштабное внедрение современных передовых технологий в этой области. В значительной степени данная «активность» обусловлена, прежде всего, переходом многих предприятий на непроектные виды топлива, в том числе высокой группы взрыво и пожароопасности.

Всем известны случаи аварий, пожаров и взрывов на угольных электростанциях, которые в том числе и в недавнем прошлом происходили в России, а также в других странах мира. Пожары на трактах

топливоподачи, возгорания и взрывы в котельных цехах, на участках пылеприготовления, выгорание кабелей и элементов электрооборудования и т.д. – все это является проблемой, которая, прежде всего, обусловлена самой спецификой организации производственного процесса на ТЭЦ и ГРЭС и взрывоопасными свойствами пыли некоторых видов твердого топлива.

В подобных условиях возникает необходимость регулярного проведения работ по недопущению накопления возгораемой пыли на технологическом оборудовании, строительных конструкциях, кабельных полках, в помещениях электрощитовых, на кабельных полуэтажах и т.д.

Рекомендация использовать гидроуборку отложившейся пыли, изложенная, например, в «Инструкции по обеспечению взрывобезопасности топливоподач и установок для приготовления и сжигания пылевидного топлива» СО 153 34.0.352-2003, по объективным причинам не всегда может быть реализована. В этой связи единственным выходом из сложившейся ситуации является использование для «сухой» (механической) уборки взрывоопасной пыли специализированных вакуумных систем (в исполнении АТЕХ).

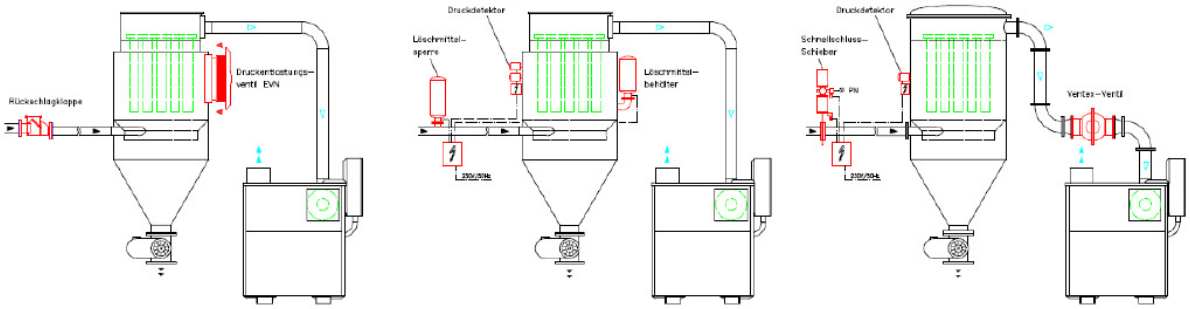


Рис. 2. Варианты конструктивной взрывозащиты для оборудования систем вакуумной пылеуборки.

«Вектор-Инжиниринг» в своих проектах использует самый надежный и безопасный, с точки зрения возможных последствий взрыва пыли в емкости фильтра, вариант конструктивной взрывозащиты, а именно неразрушающиеся клапана многократного использования для сброса избыточного давления с встроенным пламегасителем (тип EVN). При взрыве пыли в фильтре, для предотвращения распространения пламени по всасывающему трубопроводу, на определенном расстоянии устанавливается обратный клапан (тип RK-125). Данная комплектация полностью исключает как разрушение самого фильтра, так и снимает риск повторного взрыва и/или распространения пламени на производственном участке.

Оборудование дополнительно комплектуется всеми необходимыми элементами системы автоматизации, которые обеспечивают исправную и согласованную работу всех исполнительных устройств.

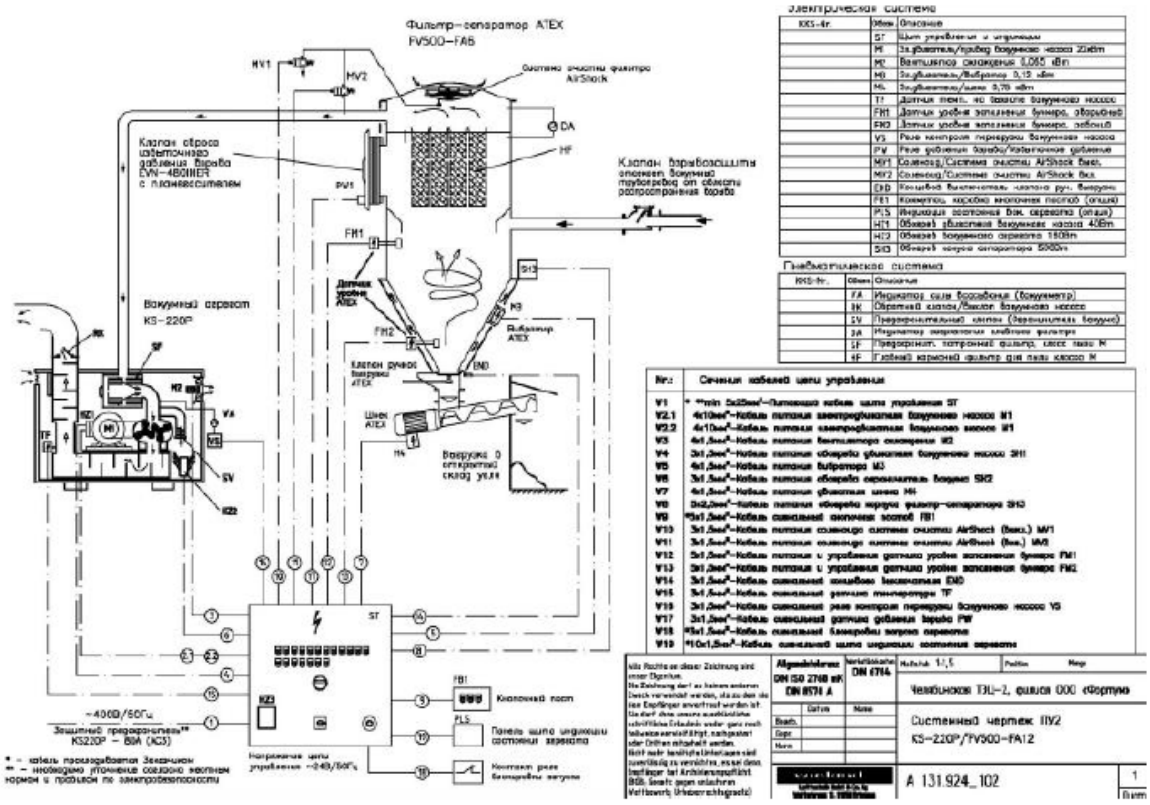


Рис. 3. Функциональная схема организации системы вакуумной пылеуборки в исполнении АТЕХ (вариант).

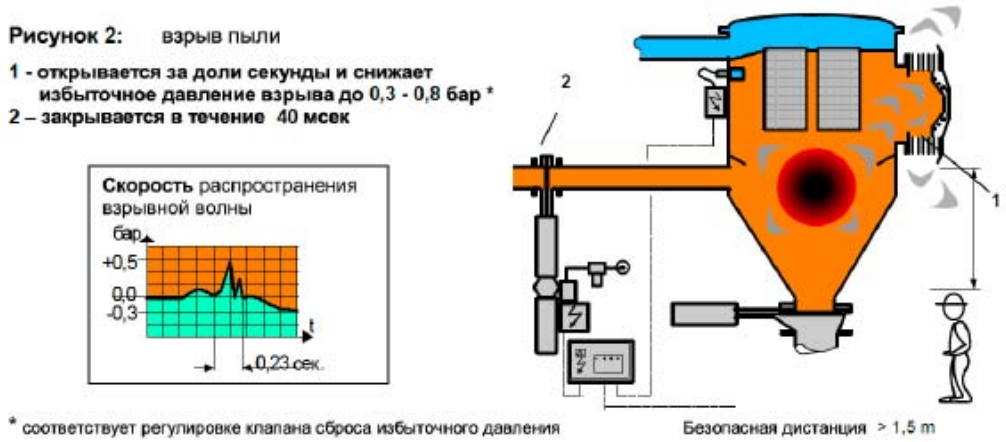


Рис. 4. Описание принципа работы клапана EVN в случае взрыва пыли в емкости фильтра.

Вакуумные насосы фирмы **Wieland**, используемые в системах пылеуборки, позволяют монтировать единые протяженные участки трубопроводов, с ответвлениями на разные технологические отметки и при этом обеспечивают высокую производительность при выполнении работ по пылеуборке на удалении 180-200 и более метров от вакуумного агрегата.

Рис. 5. Номограмма характеристик вакуумных насосов Wieland (мощность от 11 до 37 кВат) .

Наиболее часто системами пылеуборки комплектуются объекты трактов топливоподачи: вагоноопрокидыватель/участок разгрузки вагонов, транспортные галереи, узлы пересыпа, дробильный корпус, бункерная галерея.

При этом собранная пыль, просыпь угля могут возвращаться в производственный процесс (выгружаются, например, на конвейерную ленту, в узел пересыпа, непосредственно в бункер с углем и проч.)

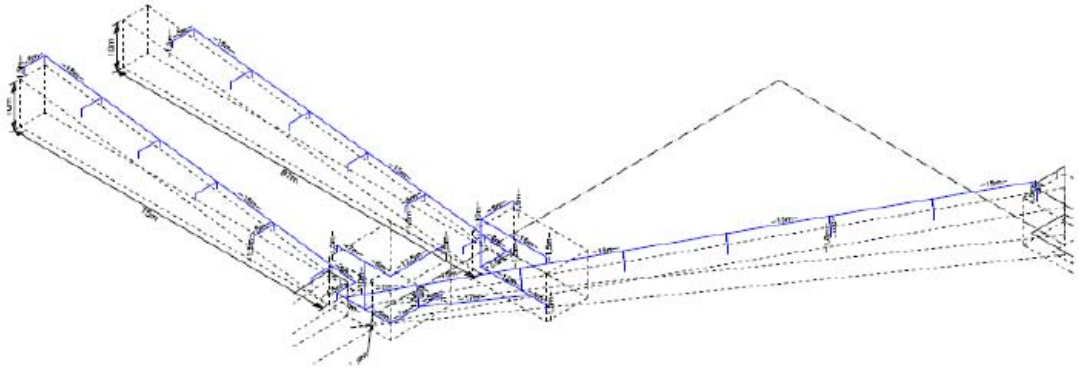


Рис. 6. Вариант организации системы вакуумной пылеуборки конвейерных галерей с узлом пересыпа.

Вакуумное оборудование размещается таким образом, чтобы одной установкой обеспечить максимальную зону охвата обслуживаемых участков и добиться при этом максимально эффективного результата при выполнении работ по пылеуборке.

Рис. 5. Вариант размещения вакуумного оборудования в исполнении ATEX

В настоящее время также является актуальным оснащение системами вакуумной пылеуборки котельных отделений. Система пылеуборки на данных участках дает возможность оперативно производить работы по сбору угольной пыли, золы на всех технологических отметках, с последующей выгрузкой собранного материала, например, в канал ГЗУ.

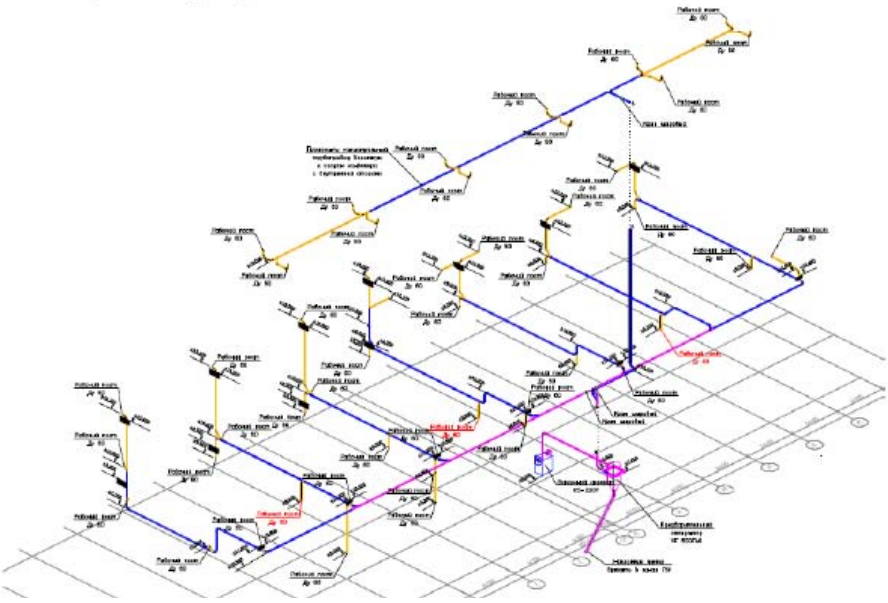


Рис. 6. Вариант организации системы вакуумной пылеуборки КТЦ на ТЭЦ ОАО «Кучуксульфат».

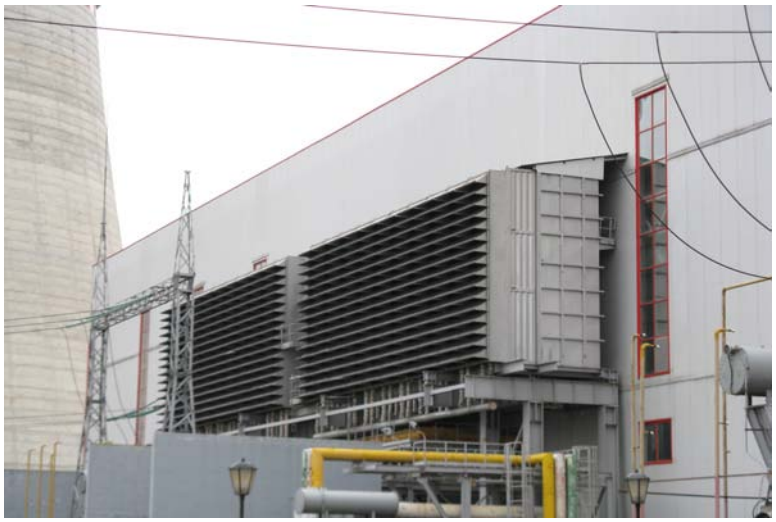
Вывод. Системы вакуумной пылеуборки промышленных предприятий, спроектированные и смонтированные ООО «Вектор-Инжиниринг», показали свою высокую надежность и эффективность, в том числе при их использовании на объектах энергетики. В числе наших Заказчиков ОАО «Фортум» (Челябинская ТЭЦ-2 (8 вакуумных систем), Аргаяшская ТЭЦ (6 систем)), ТЭЦ ОАО «Кучуксульфат» (2 системы), ОАО «ЕВРАЗ» (комплекс ПУТ ОАО «ЗСМК» (автономный вакуумный агрегат для 10 производственных участков), комплекс ПУТ и ДЦ «НТМК» (3 системы)) и многие другие.

В настоящее время наша компания разработала также несколько вариантов технических решений, которые могут быть использованы при выполнении работ по извлечению остатков угля из расходных бункеров, при очистке от золы конвекционных отсеков котлов и теплых ящиков.

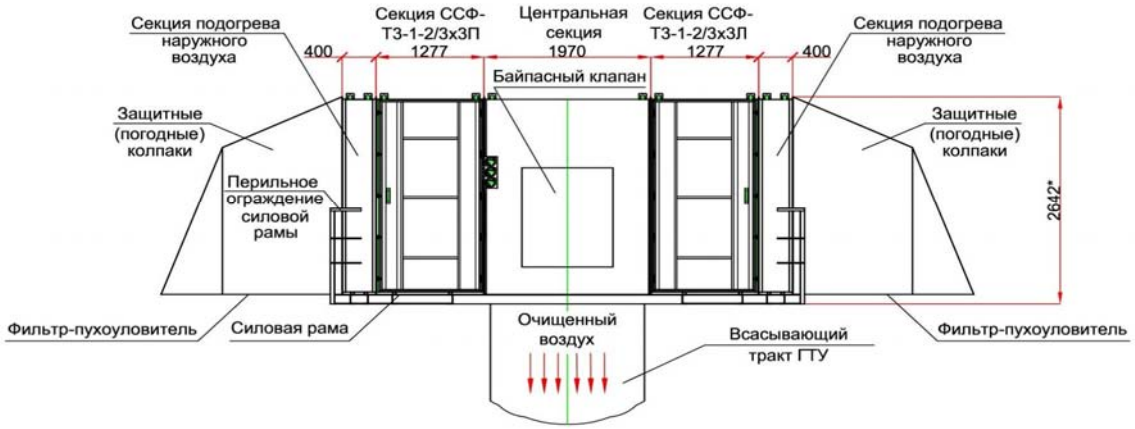
За подробной информацией можете к нам обращаться по тел. (812) 340-00-38, 340-00-57

Вектор-Инжиниринг, ООО
Россия, 198303, г. Санкт-Петербург, пр. Маршала Жукова 30-2-346
т.: +7 (812) 340-0038, 327-2320, ф.: +7 (812) 329-3341
info@vec-ing.ru www.vec-ing.ru

Воздухоочистные устройства для газовых турбин. Разработка, проектирование, монтаж. (ООО «НПП «Фолтер»)

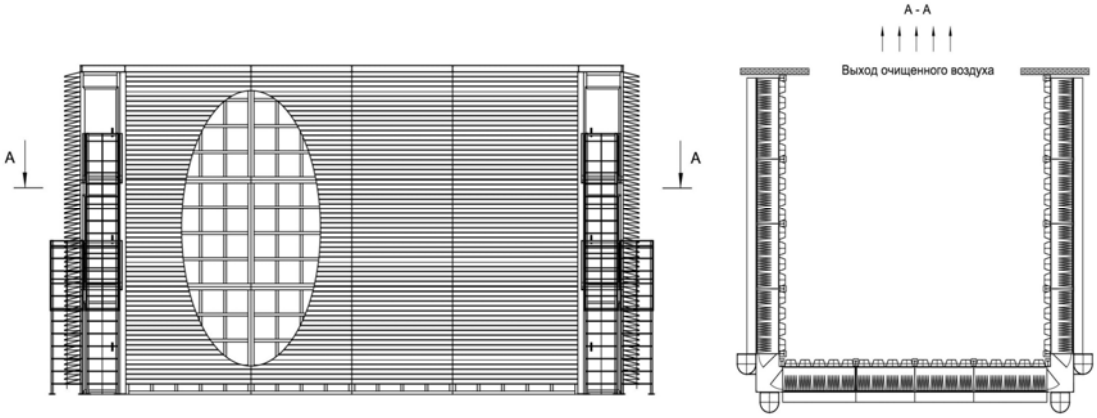


Воздухоочистные устройства (ВОУ; КВОУ) различных планировочных решений до 300 тыс. м3/ч, очищаемого воздуха, в т.ч. для газотурбинных агрегатов компрессорных газоперекачивающих станций на базе типовых секций воздушных фильтров типа ССФ-Т.



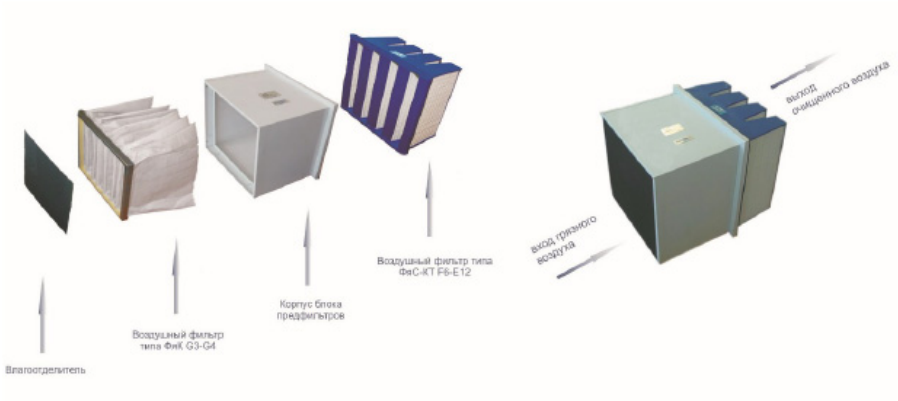
Принципиальная схема одного из вариантов ВОУ (КВОУ) для ГПА-Ц-6,3.

Воздухоочистные устройства ВОУ, КВОУ до 2 млн.м^3/ч очищаемого воздуха



Общий вид фильтровального блока ВОУ для ГТУ Ansaldo Energia AE 94/3A.

Воздушные фильтры и системы фильтрации для ВОУ газовых турбин

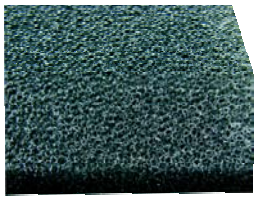


Компактная система очистки воздуха

Накопительная система очистки воздуха в ВОУ
может включать 2-х, 3-х и 4-х ступенчатую систему фильтрации

1-ая ступень очистки воздуха
Пухо и влагоуловители

Пухоуловитель сетчатый ФяР-С обеспечивает защиту последующих ступеней от волокнистой пыли, пуха тополей, одуванчиков. а также мошкары для ВОУ ГТУ компрессорных станций, расположенных в лесу или сельской местности.



Плоский пенополиуретан

Влагоотделитель типа ФяР-ВО сетчатый

Гофрированный пенополиуретан

2-ая ступень очистки воздуха
Воздушные фильтры предварительной очистки класс G4

Гофрированный фильтр типа ФяГ

Карманный фильтр типа ФяК класс G4

3-ая ступень очистки воздуха
Воздушные фильтры тонкой очистки циклового воздуха класс F6-F9

Карманный фильтр класса F6-F9

Фильтр ФяС-F

Компактный фильт ФяС-КТ с глубиной 292мм

Компактный фильтр ФяС-КТ с глубиной 400мм

4-ая ступень очистки воздуха
Воздушные фильтры эффективной очистки воздуха класс E10-E12

Фильтр ФяС-МП

Фильтр ФяС-КТ (E10-E11) с глубиной 400мм

Фильтрующие элементы патронные ФОЛТЕР
для ВОУ газовых турбин типа ФЭП
Выпускаются патронные фильтры накопительного типа и самоочищающиеся
Патронные фильтры ФОЛТЕР накопительного типа

Патронный (картриджный) фильтр типа ФЭП накопительного типа с предфильтром а виде “чехла” внутри

Патронный (картриджный) фильтр типа ФЭП конического типа

Патронный (картриджный) фильтр типа ФЭП накопительного типа с предфильтром в виде “чехла” снаружи

Патронные фильтры ФОЛТЕР самоочищающегося типа

Патронный (картриджный) фильтр типа ФЭП коническо-цилиндрический

Фильтр патронный картриджный типа ФЭП самоочищающийся цилиндрический

ВОУ с самоочищающимися фильтрами ФЭП оснащаются импульсными клапанами, которые при достижении заданного сопротивления и получения сигнала от автоматической системы управления, осуществляют впрыск сжатого воздуха во внутреннюю полость патронного элемента. За счет сильного ударно-встряхивающего эффекта происходит регенерация патронного фильтра от ранее накопленной пыли.

Важным элементом этих фильтров является фильтрующий материал, имеющий специальный слой на входе воздуха. Этот слой имеет высокую эффективность, не позволяющую пылевым частицам проникать в глубину фильтрующего материала, т.е. обеспечивает, так называемую поверхностную фильтрацию, что позволяет работать патронным фильтрующим элементам сравнительно длительные промежутки времени.

НПП ФОЛТЕР, ООО
Россия, 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе д. 46, корпус 2
т.: +7 (495) 730-8119, ф.: +7 (495) 730-8119 доб. 110
folter@folter.ru www.folter.ru

ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ - ТЕХНОЛОГИИ ГАЗООЧИСТКИ В МЕТАЛЛУРГИИ, ЭНЕРГЕТИКЕ, НЕФТЕГАЗОВОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016»

г. Москва, 27-28 сентября 2016 г., ГК “ИЗМАЙЛОВО”

27-28 сентября 2016г. в ГК ИЗМАЙЛОВО состоится Девятая Международная научно-практическая конференция «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016». Основная задача конференции - презентация новейших технологий и оборудования для установок газоочистки: решения для очистки газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота и других вредных веществ, электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, промышленные пылесосы, системы вентиляции и кондиционирования; современные фильтровальные материалы; вентиляторы и дымососы; конвейеры и пылетранспорт; пылемеры, системы экологического мониторинга, газоанализаторы и расходомеры, АСУТП газоочистки.

В конференции ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА ежегодно принимают участие сотни делегатов от ведущих промышленных предприятий и производителей газоочистного оборудования.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

Разработка и промышленная реализация методов модернизации осветлителей конструкций: ВТИ, ЦНИ, коридорного типа. (ЗАО «ЭКОХОЛДИНГ»)

ЗАО «ЭКОХОЛДИНГ», Вольфтруб Лия Иосифовна, Главный технолог, к.т.н.

Необходимость модернизации существующих конструкций осветлителей (ВТИ, ЦНИИ, коридорного типа и др.), эксплуатируемых на большинстве энергетических предприятий страны, вызвана тем, что, как показывает опыт их эксплуатации, производительность данных сооружений не соответствует проектным показателям, а качество осветленной воды не удовлетворяет современным требованиям водоподготовки.

Это связано с конструктивными и технологическими недостатками осветлителей, которые в настоящее время технически и морально устарели.

Неустойчивый турбулентный режим осаждения, низкие коэффициенты объемного использования, отсутствие конструктивных возможностей для эффективного хлопьеобразования являются основными причинами неудовлетворительной работы осветлителей. Указанные недостатки, и как следствие, низкое качество осветленной воды, создают серьезные трудности в работе последующих ступеней водоподготовки, таких как: ионный обмен, ультрафильтрация, обратный осмос и др.

Совершенно очевидно, что модернизация сооружений первой ступени очистки, получение осветленной воды с низким содержанием взвешенных веществ, железа, органики и других примесей является важной и актуальной проблемой, позволяющей улучшить технико-экономические показатели существующих ВПУ, а также обеспечить возможность использования современных материалов и технологий водоподготовки.

Предлагаемые мероприятия по реконструкции осветлителей включают в себя следующие технические решения.

- В зоне осаждения устанавливаются тонкослойные отстойные модули, обеспечивающие устойчивый, близкий к ламинарному, режим осаждения в слоях небольшой высоты (5-10 см).

Применяемые в настоящее время на ряде объектов тонкослойные модули изготавливаются из жестких полимерных материалов или металла, обладают значительным весом, сложны в транспортировке, хранении и монтаже. Жесткость конструкции и недостаточная чистота обработки поверхности материалов, из которых изготавливаются модули отечественного производства, повышают адгезию образующегося осадка к поверхности материала, что в свою очередь, затрудняет его сползание в наклонных ячейках тонкослойной системы.

В отличии от них, разработанная нами конструкция тонкослойных блоков, свариваемых из полиэтиленовой пленки толщиной 250-300 мкм методом экструдированной присадки, лишена этих недостатков и отвечает требованиям: транспортабельности, прочности, долговечности, простоты монтажа и демонтажа, обладает небольшим весом, коррозионной устойчивостью.

Существенным достоинством блоков из полиэтиленовой пленки, по сравнению с самонесущими блоками из жестких материалов, является более низкий коэффициент трения и наличие микроколебаний поверхности тонкослойных элементов, обеспечивающих постоянное сползание ранее выпавшего осадка и отсутствие его накопления в объеме каждой ячейки, включая тяжелые известковые осадки.

Разработанная последовательность соединения пленки в сотовую конструкцию обеспечивает их пространственную устойчивость и возможность растягивать на рамы из уголков только по периметру, т.к. экструдированная присадка создает внутренний каркас, обеспечивающий жесткость и прочность конструкции.

Вес 1 м^2 (по площади зеркала воды) сотоблока, растянутого на рамы из уголков 25х25х4 или 32х32х3, не превышает 20-25 кг, что является в некоторых случаях определяющим условием при оборудовании осветлителей тонкослойными блоками, учитывая их значительную материалоёмкость.

- Тонкослойные хлопьеобразующие сотоблоки устанавливаются в зоне взвешенного слоя ниже проёмов для перепуска осадка: окон, колпаков или труб. Известно, что реализация процессов коагуляции и хлопьеобразования в замкнутом пространстве ячеистой конструкции значительно повышает их эффективность. Скоагулированная взвесь, поступающая в тонкослойные элементы, эффективно осаждается в слоях небольшой высоты, и скапливаются на их поверхности. Достигнув определенной критической массы, она сползает по резко наклонной (под углом 70- 60 градусов) поверхности элемента и, в концентрированном состоянии, встречается с вновь образующимися хлопьями, являясь для них адгезионно-активной контактной средой.

- При осветлении маломутных цветных вод, характеризующихся также низкой щелочностью и особенной сложностью образования способных к осаждению хлопьев, в нижней зоне осветлителя, на подающей исходную воду трубе устанавливается низконапорный, низкоскоростной рециркулятор, который в дополнение к сотоблокам также способствует повышению эффективности процессов хлопьеобразования и, соответственно, концентрации слоя взвешенного осадка. Рассчитанные по разработанной нами методике рециркуляторы обеспечивают степень эжекции в пределах 20-25% (оптимальную) при потерях напора, не

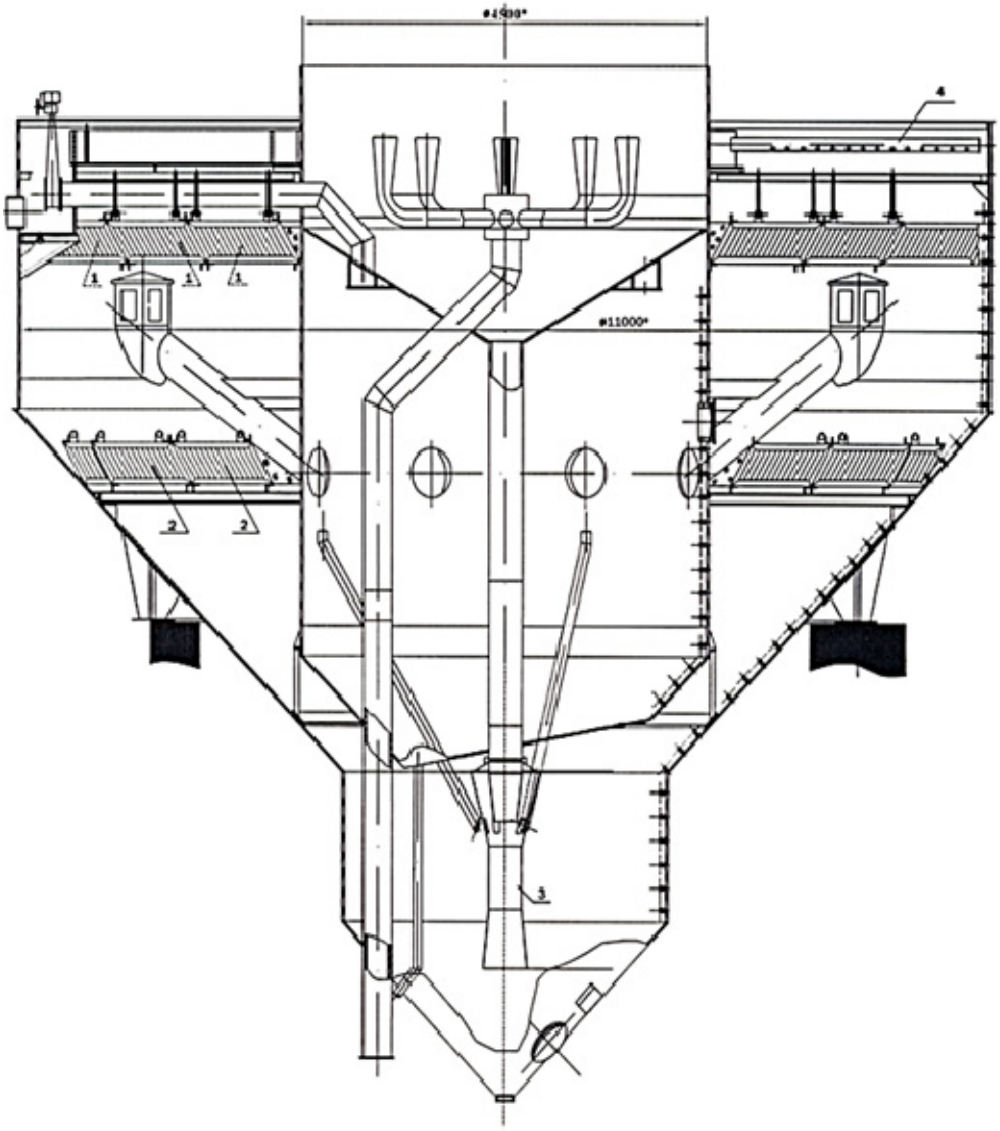
превышающих 0,3-0,4 м; поэтому установка рециркуляторов не требует изменений в гидравлической схеме работы осветлителей..

- Для увеличения коэффициента объемного использования осветлителя и, соответственно, увеличения времени пребывания в нем воды, приближая его к расчетному, а также обеспечения равномерного распределения воды по всей площади тонкослойных элементов изменяется система сбора осветленной воды.

Сбор воды организуется равномерным по всей отстойной площади системой радиальных перфорированных труб и кольцевым транспортирующим желобом, соединенным лотком с существующим приемным коробом. Отметки расположения отверстий в радиальных перфорированных трубах остаются такими же, как и в существующих сборниках.

Таким образом, гидравлическая схема работы осветлителя и расположение основных узлов остаются прежними.

Предлагаемые технические решения являются оригинальными современными разработками, защищенными патентами РФ (№ 38634 и № 40297), прошедшими многолетние успешные производственные испытания на станциях водоподготовки, работающих в условиях качественного разнообразия природных вод и методов их обработки.



1 - отстойные сотоблоки, 2 - хлопьеобразующие сотоблоки, 3 - рециркулятор,
4 – рассредоточенный сбор осветленной воды.

Рис.1. Схема модернизации осветлителя ВТИ
Цех химводоочистки, Наврская электростанция

Впервые в 1998 г. по нашим рекомендациям была осуществлена последовательно реконструкция двух осветлителей ВТИ-380, расположенных на предочистке ХВО Каширской ГРЭС. Был установлен верхний ярус модулей и рассредоточенная система сбора осветлённой воды. Наладочные работы реконструированных осветлителей проводились наладочной Фирмой ОРГРЭС. По результатам наладки был сделан технический отчёт со следующими выводами «Выполненная химическим цехом модернизация предочистки дала возможность получить на отечественном серийном оборудовании, проработавшем более 25 лет, осветленную воду, по качеству отвечающую как отечественным НДТ, так и более жестким требованиям изготовителей современных импортных ионитов. Качество осветленной воды характеризуется следующими показателями: взвешенные вещества — менее 1 мг/кг; железа — менее 100 мкг/кг; окисляемость — менее 2 мг/кг; нестабильность — менее 0,05 мг-экв/кг. Модернизация предочистки, получение осветленной воды с низким содержанием взвешенных веществ, железа, органики позволяет улучшить технико-экономические показатели существующих ВПУ, а также обеспечить возможность внедрения современных технологий водоподготовки (обратный осмос, Апкорэ, Амберпак)».

В **августе 2004 г.** были пущены в эксплуатацию 2 модернизированных осветлителя на новом блоке ХВО Конаковской ГРЭС (ВТИ-250И) — работающих в режиме коагуляции. Установлен верхний ярус модулей и рассредоточенная система сбора осветлённой воды. Качество осветленной воды удовлетворяет требованиям эксплуатации (процент съема органики — 70-75%, взвешенных веществ — 90-95%).

В **2004-2005 гг.** были последовательно пущены в эксплуатацию 2 осветлителя ВТИ-400 в цехе химводоочистки Балтийской ТЭЦ, работающие в режиме коагуляции сернокислым алюминием и флокулянтом. После осветлителей вода подавалась на ультрафильтрационную установку и затем на обратный осмос. Была выполнена полная модернизация осветлителей, включая: установку двух ярусов модулей, рециркулятора, рассредоточенной системы сбора осветленной воды.

По результатам эксплуатации модернизированных осветлителей были сделаны следующие выводы:

Реконструкция осветлителей №1 и №2 позволила получать воду, полностью отвечающую требованиям изготовителей современных ионообменных материалов, а также требованиям современных мембранных технологий, увеличить производительность почти в 2 раза.

В 2005 г. выполнена последовательная модернизация 3х осветлителей ВТИ-250 на ОАО «Дорогобуж». и осветлителя ЦНИИ-2 «Новгородская генерирующая компания».

Выполнены проекты модернизации осветлителей ВТИ-1000 для строящегося блока химводоочистки ТЭЦ-25 и осветлителей ВТИ- 250 для Аргунской ТЭЦ (Чеченская республика.)

На первом этапе работ по модернизации осветлителей ОАО «Дорогобуж» на одном из них была выполнена рассредоточенная система сбора осветленной воды и установлен верхний ярус тонкослойных отстойных блоков. Значительно более существенные результаты по повышению производительности на 30-40% и снижению содержания железа в 2-3 раза и органики были достигнуты после установки на следующих осветлителях нижнего (хлопьеобразующего) яруса модулей.

Модернизация осветлителя ЦНИИ-2 обеспечила возможность повышения его производительности с 250-280 т/ч до 350-400 т/ч при одновременном снижении содержания на 30-40% алюминия и органических загрязнений.(Установлены верхний и нижний ярусы модулей и рассредоточенная сборная система).

Модернизация существующих и вновь строящихся осветлителей проводилась совместно со специальным конструкторским бюро СКБ ВТИ. Наладку большинства объектов осуществляла фирма «ОРГРЭС».

В 2006 году были пущены в эксплуатацию модернизированные осветлители

на Ивановской ГРЭС ВТИ-100 и 2 осветлителя на ТЭЦ №2 в г. Саранске ВТИ-250 м3/час. Проведенные пуско-наладочные работы подтвердили эффективность их работы и целесообразность выполненной модернизации.

В 2007-2008 годах была последовательно осуществлена модернизация 2-х осветлителей ЦНИИ-250т/час на ТЭЦ г. Новомосковска.

В 2009 -2010гг. была выполнена последовательная модернизация 2-х осветлителей ЦНИИ-150 в г. Суворове (Тульская область) на Черепетской ГРЭС. В дополнение к установленным в 2 яруса сотоблоками и рассредоточенной системы сбора осветлённой воды, была модернизирована система сбора и удаления выпавшего осадка. Она была объединена в общий сборный трубопровод, что значительно сократило трудозатраты и требуемое время на сброс образовавшегося осадка.

Таблица 1

Сравнительные показатели качества исходной и осветленной воды

Показатели качества воды	Показатели качества исходной воды	Показатели качества осветленной воды до реконструкции осветлителей №1 и №2	Показатели качества осветленной воды после реконструкции осветлителей №1 и №2	
Окисляемость, мг O_2/кг	9,98	5 ÷ 6	3,0	2,85
Fe, мг/л	0,27	0,15- 0,17	0,02	0,01
Взвешенные вещества, мг/л	16,3	8,0	0,34 –0,4	0,9
SiO_2 раств., мг/л	2,0	2,0	1,6	1,6
Производительность, $м^3$/ч		150	280-300	280-300

В 2009 -2010гг. была выполнена последовательная модернизация 2-х осветлителей ЦНИИ-150 в г. Суворове (Тульская область) на Черепетской ГРЭС. В дополнение к установленным в 2 яруса сотоблоками и рассредоточенной системы сбора осветлённой воды, была модернизирована система сбора и удаления выпавшего осадка. Она была объединена в общий сборный трубопровод, что значительно сократило трудозатраты и требуемое время на сброс образовавшегося осадка.

Реконструкция указанных осветлителя позволила снизить содержание в осветленной воде органических загрязнений, мутности, остаточного алюминия и др. компонентов. Увеличился интервал работы осветлителей между их остановками для удаления выпавшего осадка.

Обобщая многолетний (более 17 лет) опыт работы модернизированных осветлителей, работающих в условиях качественного разнообразия природных вод и методов их обработки можно сделать следующие выводы:

-На всех перечисленных выше объектах выполненная модернизация дала положительные результаты:
-Увеличилась производительность осветлителей.
-Повысилось качества очищенной воды.
- Увеличилось время работы осветлителей между периодами сброса осадка.
-Снизились расходы воды на собственные нужды.
- Снижаются дозы реагентов –коагулянта и флокулянта.

По данным эксплуатации Новгородкой генерирующей компании :

«Модернизация осветлителя ЦНИИ-2 обеспечила возможность повышения его производительности с 250-280 т/ч до 350-400 т/ч при одновременном снижении содержания на 30-40% алюминия и органических загрязнений. Модернизация осветлителя позволила снизить фактические дозы реагентов (коагулятна и флокулянта),что обеспечивает фактический годовой экономический эффект - 1278828 руб.»

Тонкослойные сотоблоки изготовленные из полиэтиленовой плёнки просты и удобны в эксплуатации. Их монтаж и демонтаж выполняются ремонтными бригадами за достаточно короткое время и не требуют специального грузоподъёмного оборудования.

ЭКОХОЛДИНГ, ЗАО
Россия, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 87
т.: +7 (495) 491-1381, ф.: +7 (495) 491-3596
vodkommun@centro.ru www.ecoholding.ru

Выпарная установка для комплексных очистных сооружений Челябинской ГРЭС. (ЗАО «НПП «Машпром»)

ЗАО «НПП «Машпром», Россия, Екатеринбург.
Ковзель В.М., Малышев А.Б., Молостова Л.В., Шабуров В.Ю., Кирюшин М.С.

В настоящее время на ГРЭС и ТЭЦ для водоподготовки используются процессы ионнообмена, ультрафильтрации, обратного осмоса. В результате очистки и подготовки воды получается не только глубоко обессоленная вода, используемая в котлах, но и концентрированные сбросные сточные воды с высоким солесодержанием (регенераты, концентраты). Данные воды никак впоследствии не обрабатываются и просто направляются в специально подготовленные бассейны или ближайшие водоемы, что наносит значительный вред окружающей среде.

Основными компонентами в сбросных сточных водах с энергопредприятий являются растворимые соли хлорида, сульфата и фосфата натрия, концентрация которых может достигать более 30 г/л. Кроме этого, в них содержатся ионы солей жесткости Ca^{2+} и Mg^{2+}, а также могут присутствовать легколетучие соединения, такие, как аммиак.

Как правило, переработку стоков, имеющих в своем составе соли с высокой растворимостью, можно осуществлять методом термодистилляции (выпариванием). В результате выпаривания на выпарных установках получается обессоленная вода (дистиллят), пригодная для использования в технологии предприятия, и влажный осадок солей, направляемый на захоронение.

Одна из наших последних работ, непосредственно касающаяся объекта энергетики являются технологические переделы умягчения и выпаривания регенерационных растворов комплексных очистных сооружений Челябинской ГРЭС. Разработанное и изготовленное оборудование сейчас монтируется на площадке заказчика.

Принципиальная схема установки показана на рисунке 1.

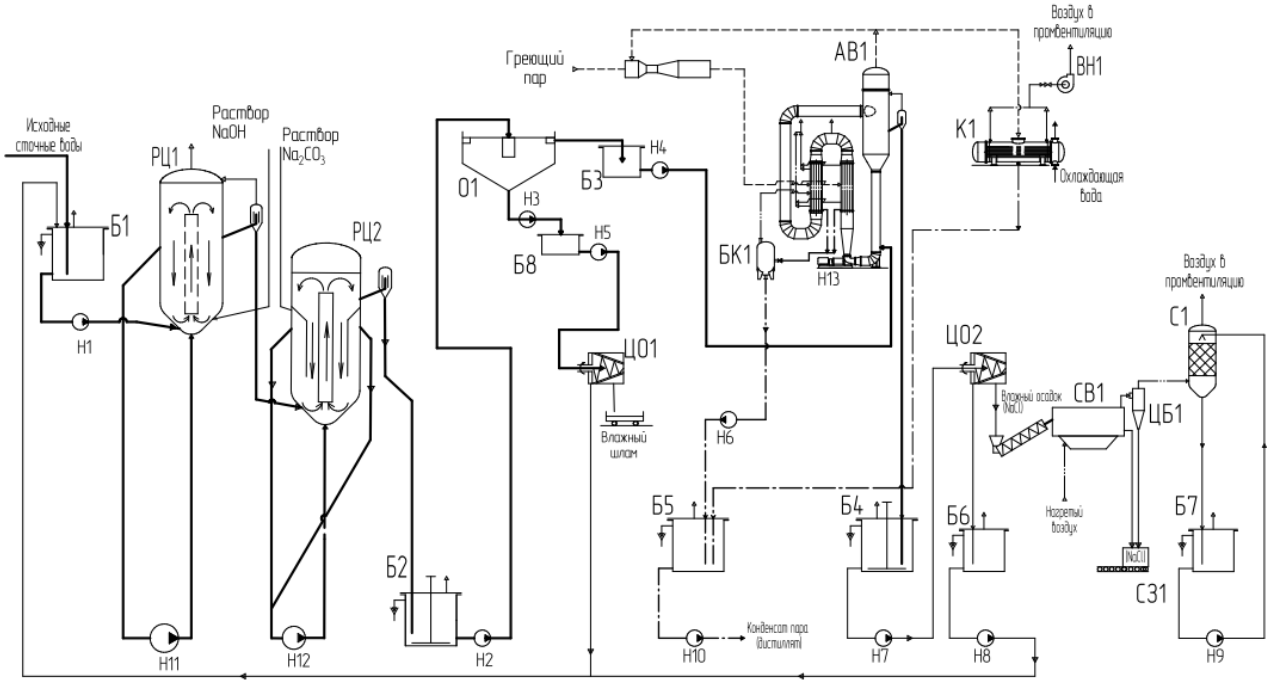


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки упаривания и кристаллизации регенерационных растворов
АВ1 – Аппарат выпарной с принудительной циркуляцией; РЦ1, РЦ2 – реакторы циркуляционные; О1 –отстойник-флокулятор; К1 – конденсатор; ВН1 – вакуум-насос; ПК1 – парокомпрессор; ЦО1, ЦО2 – центрифуга осадительная; СВ1 – сушилка вибрационная; ЦБ1 – циклон батарейный; С1 – скруббер; СЗ1 – станция затаривания; Б1..Б8 –баковое оборудование; БК1 – бачок конденсатный; Н1..Н5, Н7..Н9 –Насосы перекачивающие; Н6, Н10 – Насосы конденсатные; Н11..Н13 – насосы циркуляционные

Отличительной особенностью данной технологической схемы является то, что на данном объекте заказчик пожелал получить на выходе не осадок солей, подлежащих захоронению, а соль, качество которой соответствует ГОСТу, с возможностью последующего использования ее для приготовления растворов для регенерации ионообменных фильтров на объектах Фортума. Таким образом, он захотел снизить затраты на закупаемую для этих целей поваренную соль. Следует отметить, что в составе исходных стоков основным компонентом является поваренная соль, содержание которой 98%. Незначительное содержание сульфата натрия позволяет при концентрировании получить соль, соответствующую ГОСТу.

Следует отметить, что в исходных стоках содержалось до 4 г/л ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}. Очевидно, что при наличии в стоках ионов SO_4^{2-} выпаривать раствор с таким высоким содержанием солей жесткости было нельзя, так как это привело бы к образованию на греющей поверхности выпарного аппарата отложений накипи, что в свою очередь способствует снижению производительности выпарной установки.

Поэтому, перед выпариванием необходимо провести реагентное умягчение раствора, с выделением Ca и Mg в труднорастворимые соединения и последующее их отделение.

Умягчение исходных растворов осуществляется в реакторах с циркулирующей суспензией. С целью максимального выделения солей жесткости из раствора на опытных установках был отработан технологический режим процесса умягчения. Остаточная концентрация Ca и Mg в умягченном растворе до 30 - 40 мг/л обеспечит межпромывочный период работы теплообменного оборудования сроком до 3-6 мес.

Для получения в конце технологической цепочки чистой соли без примесей, полученную в реакторах твердую фазу необходимо отделить от раствора. Для этого суспензия, содержащая соли жесткости, направляется на узел отстаивания – тонкослойный полочный отстойник. Уплотненный шлам ($CaCO_3$ и $Mg(OH)_2$) из нижней части отстойника направляется на разделение – декантерную центрифугу. Для того, чтобы мелкодисперсный осадок успешно отделить на декантере в суспензию необходимо дополнительно вводить флокулянт. Отделенный шлам направляется на утилизацию, а фугат поступает обратно в начало технологической цепочки. Таким образом, непосредственно на выпаривание на выпарную установку поступает очищенный от взвеси и солей жесткости раствор хлорида натрия.

Учитывая небольшую производительность очистных сооружений, выпарная установка представляет собой однокорпусную установку с паровым компрессором. В результате концентрирования рассола и удаления части растворителя в контуре выпарного аппарата создается пересыщение раствора, сопровождающееся образованием кристаллов поваренной соли. В таких условиях целесообразно применение выпарного аппарата с принудительной циркуляцией. Его конструкция рассчитана и выполнена таким образом, чтобы полностью исключить кипение в теплообменных трубках, тем самым минимизируется вероятность образования отложений инкрустаций на теплообменной поверхности аппарата.

Обеспечить высокую степень очистки вторичного пара и, соответственно, получить конденсат требуемой чистоты с остаточным солесодержанием до 20 мг/л позволяют реализованный в конструкции аппарата мягкий режим кипения и две стадии очистки вторичного пара в сепараторе выпарного аппарата.

Полученная суспензия поваренной соли самотеком с уровня поступает в бак с мешалкой и далее отводится на узел разделения в декантерную центрифугу. Отделенная на декантере влажная соль направляется на сушку в вибрационную сушилку. Полученная сухая соль с влажностью до 1 % затаривается в биг-бэги.

Наряду с конструктивными особенностями оборудования, очень важным вопросом являлось его материальное исполнение. В хлоридных системах, как правило, используются дорогие дюплексные стали и титан. Однако развитие производства химстойких полимеров и применение современного стеклопластика в конструкции оборудования позволяет добиваться существенного снижения его стоимости при сохранении заданного срока службы.

НПП Машпром, ЗАО
Россия, 620012, г. Екатеринбург, ул. Краснознамённая, 5
т.: +7 (343) 307-6686, ф.: +7 (343) 307-6676
office@mashprom.ru www.mashprom.ru

Универсальная отечественная технология ДИКЛАР-мировой лидер для очистки природных и сточных вод. (ООО «ИЦ «Объединенные Водные Технологии»)

ООО «ИЦ «Объединенные Водные Технологии», Балаев Игорь Семенович, Технический директор

Для промышленного и питьевого водоснабжения основным источником являются поверхностные воды (реки, озёра, водохранилища), на долю которых приходится до 80% от объема водозабора.

В тоже время, качество поверхностных источников из года в год постоянно ухудшается по следующим причинам:

- моральный и физический износ очистных сооружений;
- финансовая несостоятельность ЖКХ;
- отсутствие в городах и промышленно развитых районах центральных систем ливневой канализации с очистными сооружениями.

Соответственно ухудшение качество поверхностных вод влечет увеличение эксплуатационных затрат на химические реагенты водоподготовительных установок (ВПУ) и не всегда обеспечивается степень очистки до нормируемых показателей, но особенно проблематична степень очистки в сезон паводка или в период «цветения» водоемов.

Развал отечественной науки и промышленности в 90-х годах прошлого века привел к тому, что за последние 10-15 лет при реконструкции или строительстве установок ВПУ в основном использовались импортные технологии (ультрафильтрация, самопромывные зернистые фильтры Dynasand, осветлители с микропеском Actiflo и др.) и соответствующее вспомогательное оборудование (баки, насосы, трубопроводы, арматура, приборы КИП), со значительными капитальными и эксплуатационными затратами.

В современных условиях финансового кризиса и при существенном изменении курсов валют в наихудшем положении оказались те предприятия, для которых требуется частая замена (каждые 2-3 года) импортных расходных материалов и запасных частей (мембраны, фильтрующие материалы, патронные фильтры, ЗИП к насосам и КИП, моющие растворы, арматура, и др.). При дефиците денежных средств резко снижается работоспособность установок ВПУ, работающих по импортным технологиям и на соответствующем оборудовании, но самое страшное – ведет к аварийным ситуациям, которые наиболее опасны в отопительно – зимний период с соответствующими последствиями.

Тогда возникает традиционный для России вопрос – ЧТО ДЕЛАТЬ?

Ответ может быть получен при учете следующих основных критериев выбора технологий и решений:

- Надежность работы ВПУ и гарантированный срок службы основного (фильтры, насосы, баки) и вспомогательного оборудования (арматура, трубопроводы, приборы КИП и др.) должны составлять не менее 30 лет;
- Срок службы фильтрующих материалов должен составлять не менее 10-15 лет, а мембран не менее 5-7 лет, что потребует серьезной стадии предварительной очистки воды, но позволит значительно снизить эксплуатационные затраты на химические реагенты (химические мойки) и частую замену фильтрующих материалов и мембран;
- низкие эксплуатационные затраты за счет сокращения потребления электроэнергии, тепла, химреагентов и сбрасываемых стоков;
- максимальное использование отечественного оборудования и материалов с целью снижения капитальных и эксплуатационных затрат.

В период 2008-2013 г. специалистами ИЦ «Объединённые Водные Технологии» (ОВТ) была разработана и испытана на пилотных установках принципиально новая инновационная технология динамического осветления воды (dynamic clarification) под торговой маркой ДИКЛАР/DYCLAR на базе динамических осветлителей (ДО) и динамических осветительных фильтров (ДОФ).

Принципиально динамический осветлитель основан на технологии контактного коагуляционного осветления воды, но вместо широко известного безнапорного контактного осветлителя КО-3, загруженного тяжелой загрузкой (гравий, кварцевый песок), применяется напорный фильтр с плавающей загрузкой. Традиционно в таком фильтре в качестве фильтрующего материала используется гранулированный вспененный пенополистерол, обладающий низкой механической прочностью, а так же устаревшие дренажно-распределительные устройства. Отличительной особенностью динамического осветлителя являются усовершенствованные нижние и верхние дренажно-распределительные устройства в напорном фильтре, а так же использование в качестве фильтрующей загрузки гранулированного плавающего инертного материала под торговой маркой ИНЕРТ/INERT на основе полимерных материалов (грансостав 3-5 мм, плотность гранул 0,8-0,9 г/см^3), и обладающего высокой механической прочностью и соответственно длительным сроком службы (не менее 20 лет).

Принцип работы ДО представлен на рис. 1.

Рис.1 Принцип работы ДО

Во время работы ДО предварительно в исходную воду дозируется последовательно коагулянт и флокулянт для образования хлопьев загрязняющих веществ. Фильтрация воды в ДО производится восходящим потоком через слой зажатого инертного материала, на котором происходит «налипание» хлопьев загрязняющих веществ.

Периодическая взрыхляющая промывка инертного материала производится сначала сжатым воздухом, что позволяет обеспечить его 100% очистку (эффект трения зерен и очистка от налипших к ним загрязнений), а затем водная промывка нисходящим потоком и удаление тяжелых загрязнений, что позволяет сократить объем сточных вод до 3% от производительности установки ВПУ.

Учитывая, что в качестве инертного плавающего материала используются зерна из высокопрочного полимера, при водо-воздушной промывке не происходит его механического истирания в отличие от песка и гидроантрацита. Отсюда срок службы инерта составляет не менее 20 лет.

Результаты пилотных испытаний опытной установки при использовании сульфата алюминия в качестве коагулянта (доза 0,7 -1,0 мг-экв/дм^3) и Праестол 650 ВС в качестве флокулянта (доза 0,3-0,8 мг/дм^3) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	Единица измерения	Калининская АЭС (водохранилище), 2010 г.		ОАО “Акрон” (р. Волхов), 2012 г.		ТЭЦ-26 Мосэнерго (р. Москва), 2013 г.	
		Исходная вода	Осветленная вода	Исходная вода	Осветленная вода	Исходная вода	Осветленная вода
Взвешенные вещества	мг/дм^3	1,5-5,0	менее 1,0	10-22	менее 1,0	2,8-14	0,1-0,5
Содержание окислов железа	мг/дм^3	1,0-1,2	0,2-0,25	1,1-1,5	менее 0,1	0,48-0,87	0,026-0,12
Перманганатная окисляемость	мгO_2/дм^3	12-15	4-5	20-22	4,1-5,4	5,4-7,3	2,2-3,1
Цветность	градус	-	-	160-220	8-15	-	-
Коллоидный индекс	SDI	-	-	-	менее 3	-	-

С декабря 2012 года на Новокузнецком алюминиевом заводе (НКАЗ) эксплуатируется установка очистки промышленно – ливневых сточных вод производительностью 264 м^3/ч в следующем составе:

- две напорные контактные емкости (НКЕ) диаметром 2,0 м;
- четыре ДО диаметром 2,6 м;
- четыре механических фильтра (МФ) с двухслойной загрузкой (кварцевый песок, гидроантрацит) диаметром 2,6 м.

Все корпуса НКЕ, ДО и МФ рассчитаны на давление 6 кгс/см^2.

Очищенные сточные воды используются для систем оборотного охлаждения предприятия, что позволило полностью исключить сброс сточных вод завода, а так же соответственно в три раза снизить потребность предприятия в использовании воды из реки Томь. Внешний вид ДО и МФ представлены на рис. 2.

Рис.2 фото ДО и МФ

Производительность каждого ДО и МФ составляет 15-105 $м^3$/ч (скорость фильтрования 3-20 м/ч). Температура сточных вод колебалась в пределах 10-25 ^{0}С.

Отключение ДО на взрыхляющую промывку производится при перепаде давления свыше 1,5 кгс/$см^2$ (1 раз в сутки), а отключение МФ - при перепаде давления свыше 0,7 кгс/$см^2$ (1 раз в 2 суток).

Таблица 2

№ п.п.	Наименование показателей	Единица Измерения	Исходная вода	После ДО	После МФ
1	Взвешенные вещества	мг/$дм^3$	2,2-62,5	0,4-1,0	0,3-1,0
2	Мутность	мг/$дм^3$	2,5-48,5	0,03-0,15	0,03 -0,13
3	Содержание окислов железа	мг/$дм^3$	0,45-2,8	0,03-0,1	0,02-0,1
4	Перманганатная окисляемость	мгO_2/$дм^3$	3,5-8,3	1,8-3,0	1,8-3,0
5	Нефтепродукты	мг/$дм^3$	0,3-0,4	0,07-0,09	0,07-0,09
6	pH	-	7,7-8,6	7,0-7,6	7,0-7,6

Результаты степени очистки сточных вод представлены в таблице 2, из которой видно, что после ДО обеспечивается высокое качество осветленной воды особенно по таким показателям как взвешенные вещества, мутность, окислы железа, окисляемость и цветность. Фильтр МФ выполняет «барьерную» (гарантированную) степень очистки.

В качестве флокулянта используется Престол 650ВС, а в качестве коагулянта использовался сульфат алюминия. С февраля 2014 года стали использовать полиоксихлорид алюминия (ПОХА), что позволило:

- снизить суточный расход товарного коагулянта с 200-350 кг/сут до 25-35 кг/сут (доза ПОХА 3-5 мг/$дм^3$);
- увеличить фильтроцикл ДО на 20-30%;
- сократить в 1,5 раза объем промывных шламовых вод (после отстаивания сгущенный шлам вывозится илососными машинами).

На основании длительных положительных результатов эксплуатации ДО на НКАЗ (см. табл. 2) предлагается:

1. Для предприятий, где диктуются жесткие требования качества осветленной воды (питьевая вода, вода для последующей стадии мембранного или химического обессоливания и др.) после ДО обязательно устанавливать фильтры МФ;
2. Для предприятий, где отсутствует жёсткие требования качества осветлённой воды (подпитка водооборотных циклов, очистка сточных вод перед сбросом в поверхностные водоемы и др.) после ДО устанавливать фильтры МФ не целесообразно с целью снижения капитальных затрат (снижение примерно на 30-40%).

На основании вышеизложенного в 2015 году были введены в эксплуатацию ВПУ с использованием только ДО (без МФ) на следующих предприятиях:

- Нижнекамская ТЭЦ-2 – новая установка очистки промышленно – ливневых сточных вод производительностью 72 м^3/ч.Установлено 3 шт. ДО диаметром 1,5 м. Осветленная вода используется для подпитки системы оборотного охлаждения, а избыток сбрасывается в р. Кама при соблюдении норм рыбохозяйственных водоемов.
- Воронежсинтезкаучук - реконструкция существующих трех фильтров диаметром 3,4 м в ДО.

Производительность установки 480 м^3/ч очистки речной воды для подпитки водооборотных циклов.

На вышеуказанных предприятиях при низких капитальных затратах обеспечивается содержание взвешенных веществ в очищенной воде менее 1,0 мг/дм^3, окислов железа менее 0,1 мг/дм^3, окисляемость снижается на 60-80%.

Интересные данные были получены при испытании пилотной установки на Барнаульской ТЭЦ-3 в марте-июне 2015 года по очистке речной и оборотной воды (температура 5-25 ^{0}С) с использованием в качестве коагулянта ПОХА Аква аурат -30. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатель	Единица измерения	Барнаульская ТЭЦ-3 р. Обь и цирквода, 2015 г.	
		Исходная вода	Осветленная вода
Взвешенные вещества	мг/дм^3	7-195	0,4-1,8
Содержание окислов железа	мг/дм^3	0,21-7,6	0,037-0,12
Перманганатная окисляемость	мгO_2/дм^3	1,04-10,9	0,56-2,1
Цветность	градус	40-807	0-9,0
Нефтепродукты	мг/дм^3	0,1-1,53	0,02-0,09
Кремнекислота	мг/дм^3	8,5-13,4	5,6-7,6

На основании таблицы №3 можно однозначно заключить, что использование ПОХА намного повышает степень очистки и гарантирует высокое качество осветленной воды, которая не зависит от температуры воды и от качества исходной воды.

Данные результаты намного расширяют область применения технологии динамического осветления воды ДИКЛАР, несмотря на такие «страшные» показатели исходной воды, как взвешенные вещества 300 мг/дм^3, окислы железа 7,6 мг/дм^3, цветность 800 град.

Также интересным показателем является снижение кремнекислоты в осветленной воде на 35-45% по сравнению с исходным содержанием, что позволяет обеспечить требования СанПиН «Вода питьевая» по активированной кремниевой кислоте менее 10 мг/дм^3.

Объяснить такую высокую степень очистки воды по технологии ДИКЛАР можно тем, что налипание коагулированно – флокулированных хлопьев загрязнений происходит к гранулированной полимерной загрузке ИНЕРТ, находящейся в зажатом состоянии, что и обеспечивает максимальный контакт загрязнений с зернами фильтрующей загрузки. В существующих технологиях осветления воды (осветлители со взвешенным слоем, самопромывные фильтры Dynasand, осветлители с микро песком ACTIFLO и др.) налипание хлопьев загрязнений происходит либо к взвешенному шламовому слою, либо к разрыхлённому слою песка.

Вышеуказанным фактором можно объяснить и высокую скорость (до 20 м/ч) фильтрации воды в ДО.

Для последующего продвижения технологии динамического осветления воды ДИКЛАР, а также с целью снижения капитальных затрат специалистами ОВТ было разработано (патент РФ № 2527216) устройство «Динамический осветительный фильтр» (ДОФ), представляющий собой вертикальных двухкамерный аппарат, состоящий из верхней камеры динамического осветления и нижней камеры тонкой очистки. Верхняя камера заполнена плавающим инертом и выполняет функцию ДО, а нижняя камера загружена тяжелой загрузкой (кварцевый песок, гидроантрацит) и выполняет функцию МФ (рис.3).

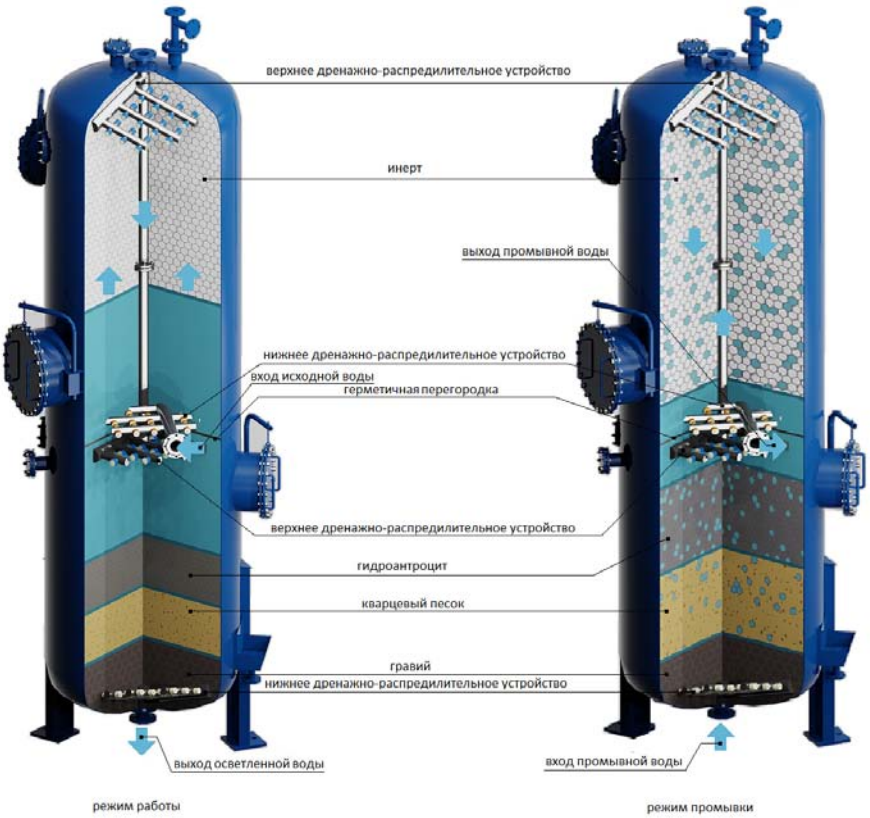


Рис.3 Принцип работы ДОФ

На нефтехимическом заводе г. Павлодар, РК с 2013 года эксплуатируется установка очистки речной воды для подпитки водооборотных циклов производительностью 75 м^3/ч с использованием трех ДОФ диаметром 1,5 м. Эксплуатация ДОФ производится в автоматическом режиме АСУТП. Применение ДОФ при низких капитальных затратах и малых габаритах здания (9х15 м.) позволило обеспечить высокое качество воды в водооборотных циклах и отказаться от периодических (3- 4 раза в год) чисток теплообменного оборудования.

С целью унификации и последующего широкого внедрения технологии ДИКЛАР разработана конструкторская документация ДО-МФ и ДОФ для диаметров 1,0-3,4 м. и номинальной производительностью 15-180 м^3/ч. (табл. 4).

Таблица 4

Условное обозначение ДОФ	1,0-0,6-ОВТ	1,5-0,6-ОВТ	2,0-0,6-ОВТ	2,6-0,6-ОВТ	3,0-0,6-ОВТ	3,4-0,6-ОВТ
Условное обозначение ДО-МФ	1,0-0,6-ОВТ	1,5-0,6-ОВТ	2,0-0,6-ОВТ	2,6-0,6-ОВТ	3,0-0,6-ОВТ	3,4-0,6-ОВТ
Производительность, м^3/ч	3-15	5-35	10-60	15-105	20-140	30-180

Учитывая положительные результаты пилотных испытаний и промышленной эксплуатации технологии ДИКЛАР при очистке природных и сточных вод на различных объектах, предлагается классифицировать область применения данной технологии и предлагаемый состав оборудования (таб. 5).

Таблица 5.

Область применения технологии ДИКЛАР и состав оборудования.

Тип очистки	**Удаляемые загрязнения**	**Потребитель (сброс очищенных стоков)**	**Применяемое оборудование**
Очистка поверхностных вод	Удаление взвеси, железа, окисляемости, цветности.	Питьевая вода.	ДО-МФ, ДОФ
		Промводоснабжение	Ответственные потребители ДО-МФ, ДОФ. Оборотное охлаждение - ДО.
Доочистка хозяйственно-бытовых сточных вод.	Удаление остатков нитратов, нитритов, азота, фосфатов, окисляемости, тяжелых металлов.	Сброс в поверхностные водоемы до норм ПДК рыбохозяйственных водоемов. Повторное использование в системе оборотного охлаждения.	ДО

Очистка шахтных вод	Удаление тяжелых металлов, нитратов, азота, фосфатов, взвеси, окисляемости.	Сброс в поверхностные водоемы до норм ПДК рыбохозяйственных водоемов.	ДО
Очистка подземных (артезианских) вод	Обезжелезивание после аэрации.	Питьевая вода.	ДО-МФ, ДОФ
		Промводоснабжение	Ответственные потребители ДО-МФ, ДОФ Оборотное охлаждение - ДО.

Выводы.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие заключения по применению технологии динамического осветления воды ДИКЛАР:

- Технология универсальна – используется для очистки природных и сточных вод. Качественный состав исходной воды практически не нормируется по таким показателям как взвешенные вещества, окисляемость, цветность, окислы железа и др.;
- Всегда гарантируется высокое качество очищенной воды (взвешенные вещества не менее 1,0 мг/дм^3, содержание окислов железа и алюминия менее 0,1 мг/дм^3, цветность менее 15 град, снижение окисляемости на 60-85%) и не зависит от качества исходной воды;
- Используются отечественное оборудование (корпуса фильтров с внутренними устройствами) и фильтрующие материалы (ИНЕРТ, гидроантрацит, кварцевый песок), срок службы которых соответственно составляет 30-40 лет и 10-20 лет, а их стоимость значительно ниже в сравнении с импортной поставкой, что соответственно обеспечивает низкие капитальные и эксплуатационные затраты;
- Используются отечественные эксплуатационные химические реагенты – коагулянт (сульфат алюминия дозой 0,5-0,8 мг-экв/дм^3 или Аква аурат -30 дозой 5-7 мг/дм^3) и флокулянт (Праестол дозой 0,5-1,0 мг/дм^3). Не используются моющие растворы (кислота, щелочь, гипохлорид натрия и др.), которые применяются для ультрафильтрации, и не используется дорогостоящий микропесок (осветлители Actiflo);
- Номинальная скорость фильтрования в аппаратах ДО или ДОФ варьируется в широком диапазоне (3-20 м/ч). Максимальные их значения в десять раз выше по сравнению со скоростью восходящего потока в осветлителях со взвешенным слоем и в 4-5 раза выше по сравнению с контактными осветлителями и самопромывными фильтрами Dynasand;
- Количество промывных сточных вод составляет порядка 3% от производительности установки, что в 3-10 раз меньше в сравнении с известными технологиями очистки (осветлители, самопромывные фильтры, ультрафильтрация);
- Упрощенная автоматизация основного технологического потока – дозирование реагентов (коагулянт, флокулянт) по единственному показателю (расход исходной воды);
- В отличие от зарубежных интенсифицированных технологий (ультофильтрация, осветлители Actiflo, фильтры Dynasand) для технологии ДИКЛАР отсутствуют жесткие требования к надежности всего вспомогательного оборудования (насосы – дозаторы, приборы КИПиА, арматура и др.). Так, при аварийном прекращении подачи коагулянта или флокулянта в течении 1-2 часа не приводит к ухудшению качества очищенной воды.

Таким образом, представленная технология динамического осветления воды ДИКЛАР намного совершеннее и экономичнее известных импортных и отечественных технологий очистки природных и сточных вод по таким критериям, как:

1. Капитальные и эксплуатационные затраты;
2. Высокое качество очищенной воды, которое не зависит от резкого изменения производительности установки ВПУ и качественного состава исходной воды;
3. Экологические показатели (низкий расход химических реагентов и минимальное количество промывных сточных вод).

Инженерный Центр Объединенные Водные Технологии, ООО
Россия, 125367, г. Москва, Врачебный проезд, д.10, оф.1
т.: +7 (495) 988-8630, ф.: +7 (495) 988-8630
info@himvoda.com www.himvoda.com

Системы фильтрации газов компании Begg Cousland & Co. Ltd (Великобритания). Демистеры, туманоулавители, коалессоры, скрубберы для эффективной очистки газов. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)

ООО «ТИ-СИСТЕМС», Ермаков Илья Владимирович, Генеральный директор

Компания «Begg Cousland&Co. Ltd.» (Великобритания) существует уже более 150 лет и признана мировым лидером в области охраны окружающей среды, как производитель оборудования для очистки промышленных выбросов, и является специалистом в области передовых экологических энергосберегающих технологий для отраслей промышленности: химической, нефтехимической, производства удобрений, цветной металлургии, энергетики и др.и, в частности, является специалистом в области серной кислоты.

Компания является опытным Партнером в области химических технологий и технологий очистки промышленных газов, фильтровального и другого технологического оборудования. Головной офис компании «Begg Cousland&Co. Ltd.» находится в Глазго, (Шотландия, Великобритания), а заводы компании по производству оборудования находятся в Великобритании, Италии, Бельгии и др. странах, которые производят ключевое оборудование для производства серной кислоты, в частности, оборудование по очистке газовых и других сред, внутреннее оборудование для башен.

Для этого поставляется необходимое оборудование, в частности:

- все виды фильтровального оборудования (демистеры, туманоулавители, коалессоры, патронные фильтры и др.);
- сушильные и абсорбционные башни «под ключ» и оборудование для них;
- безопорный свод для насадки;
- кислотные распределители трубчатого и желобчатого типа;
- фильтры для удаления из газов твердых частиц при температурах до 900о С;
- все виды насадок (керамическая, пластмассовая и др.) для башен;
- промышленные насосы для перекачки любых сред: жидких, агрессивных, суспензий, шламов, слабых и крепких кислот (погружные и непогружные) и др.;
- кислотоупорный и термостойкий кирпич, а также другие виды облицовочных и термостойких материалов и систем;
- холодильники для слабых и крепких кислот;
- теплообменники;
- высокоэффективный катализатор;
- арматуру из любых конструкционных материалов, высокостойких к любым средам;
- контрольно-измерительные приборы по выбросам в атмосферу;
- производство монтажных и облицовочных работ химическими и термостойкими облицовочными материалами

Фильтровальное оборудование

Компания «Begg, Cousland & Co. Ltd.» является производителем фильтровального оборудования, мировым лидером в области охраны окружающей среды и существует на мировом рынке уже более 150 лет.

Компания «Begg, Cousland» производит фильтровальное оборудование для цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, отраслей минеральных удобрений, энергетики и др.

Фильтровальное оборудование предназначено для очистки газовых выбросов от аэрозолей, тумана, жидких капель, твердых субстанций, летучих органических веществ, вредных газов и др. А также для очистки и разделения технологических газов.

Таблица 1

Фильтровальное оборудование		
	Потеря давления, мм водяного столба	Эффективность очистки
1. Демистер «BECOIL»	40-50	от аэрозолей и капель 100% > 5 микрон
2. Комбинация: Демистер «BECOIL» + коалессор «BECONE»	100-120	от аэрозолей 100% - 5 микрон 99% - 3 микрон 98% - 2 микрон

Фильтровальное оборудование		
	Потеря давления, мм водяного столба	Эффективность очистки
3. Патронный фильтр «BECOFIL» с использование стекловолокна, тефлонового волокна, волокна из полипропилена, полиэстера и др.	150-250	от аэрозолей 100% > 1 микрон 98% < 1 микрон
4. Промывной аппарат «BECOFLEX»	0	от твердых субстанций 100% > 3 микрон
5. Фильтрационный аппарат «BECOVANE»	20	от крупных капель 100% > 20 микрон
6. Фильтрационная система «BECOSOLVE»	150-500	от летучих органич. соединений 100% > 1 микрон 98% < 1 микрон
7. Промывной аппарат «Скруббер», использующий насадку из нержавеющей стали, пластмассы и др.	50-300	от SO_2 : < 20 мг/Нм^3 от вредных газов: HF < 20 мг/Нм^3 NOx < 20 мг/Нм^3 и др.
8. Фильтрационная система «STAR» для газов, сильно насыщенных аэрозолями, более 20 000 мг/Нм^3.	100-200	от аэрозолей 100% > 1 микрон 98% < 1 микрон

Фильтры для очистки жидкой серы, используемые в производстве серной кислоты, производимой на основе серы.

Фильтровальная система для фильтрации газа от твердых субстанций при температуре 900С

Данная фильтровальная система с керамическими фильтрами предназначена для удаления твердых субстанций из газовых потоков, имеющих очень высокую температуру, при которой невозможно использование обычного фильтровального волокна. Они выполнены из керамического волокна и соединительных термостойких агентов, что позволяет использовать их в температурных границах до 900°С, даже если в газе присутствуют коррозионно-активные вещества, например SO_2 и HCI.

Структура керамических элементов фильтров также делает их невоспламеняемыми (негорючими), стойкими к искрам и химически инертными к большинству щелочных и кислотных испарений, которые не выдерживают другие типы фильтрационного материала.

Корпус фильтровального элемента имеет высокий объем фракционных пор, который обеспечивает большую площадь газовых потоков. Малый размер пор обеспечивает высокую эффективность фильтрации.

Дополнительную информацию см. на сайте www.tisys.ru

ТИ-СИСТЕМС, ООО
Россия, 141006, Московская область, г. Мытищи, Волковское шоссе, владение 5а, стр. 1,
Бизнес-центр "ВОЛКОВСКИЙ"
т.: +7 (495) (495) 777-4788, 748-9626, 500-7154, 500-7155
info@tisys.ru www.tisys.ru www.tisys.kz www.tisys.by

3. Каталог конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016»

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (Германия)

Германия, Мюнхен 80686, Вестендштрассе199,
Deutschland, München 80686, Westendstraße 199
т.: +49-89-5791-1108, ф.: +49 89 5791-2837
valerij.malkis@tuev-sued.de
http://www.tuev-sued.de/anlagen-bau-industrietechnik/technikfelder/kerntechnische-anlagen/komponententechnik

Экспертиза и сертификация документации и энергетического оборудования.

Oilon Energy

Россия, 196191, г. Санкт-Петербург, Ленинский проспект 168, корпус 4
т.: +7 (812) 449-0265, 449-0266, ф.: +7 (812) 449-0979
taras.golub@oilon.com www.oilon.com

Горелки для электростанций и индустриальных процессов 1-80 МВт.
Компания Oilon Energy Oy проектирует, производит и поставляет индустриальные горелки для применения в различных техпроцессах. Компания поставляет комплексные системы для процесса горения, так как ассортимент продукции предоставляет газовые линейки, насосные станции подготовки топлива и систему автоматики горелки.
Компания Oilon была основана в 1961 году и имеет многолетний опыт работы по разработке горелок и дополнительного оборудования для них. Основной акцент в исследованиях и разработках новой продукции делается на высокий КПД, надежную работу, экологичность и низкий уровень выбросов. Идеальная и надежная работа процесса горения достигается с помощью правильно спроектированной автоматики, что обеспечивается достаточным опытом работы Oilon. Все эти факторы гарантируют оптимальную работу вашей установки и надежность ее эксплуатации.

Б+Р Промышленная Автоматизация, ООО

Россия, 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д.78, строение 6
т.: +7 (495) 657-9501, ф.: +7 (495) 657-9502
Office.ru@br-automation.com www.br-automation.com

Австрийская компания Bernecker+Rainer является одним из крупнейших производителей систем промышленной автоматизации в Европе. Все от ПЛК до среды разработки и Распределенной Системы Управления.

Белэнергомаш-БЗЭМ, ООО

Россия, 308017, г. Белгород, ул. Волчанская, д. 165
т.: +7 (4722) 35-4344, ф.: +7 (4722) 35-4224
info@energomash.ru www.energomash.ru

ООО «Белэнергомаш–БЗЭМ» – это ведущее предприятие энергомашиностроения с семидесятипятилетним опытом работы в отрасли.
Основные направления деятельности – это энергетическое машиностроение, промышленное и гражданское строительство, услуги горячего цинкования. Продукция завода успешно используется в тепловой и атомной отрасли, в нефтегазохимическом комплексе, в строительстве как на территории России, так и за ее пределами.
Завод изготавливает:
- элементы и сборочные единицы трубопроводов;
- бесшовные трубы;
- котельное оборудование;
- сильфонные компенсаторы;
- металлоконструкции;
- поковки.

Белэнергоремналадка, ОАО (Республика Беларусь)

Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 18
т.: + 375 17 293 53 59, ф.: + 375 17 290 95 30
e-mail@bern.by www.bern.by

ОАО «Белэнергоремналадка» выполняет полный комплекс ремонтных, строительно-монтажных и наладочных работ на энергетическом оборудовании, включая проектирование и АСУ ТП, производит электротехническую продукцию, запасные части для энергооборудования, металлоконструкции.
Компания располагает всеми необходимыми разрешительными документами для осуществления своей деятельности на территории Республики Беларусь, Российской Федерации и стран Евросоюза. Является членом саморегулируемой организации СРО НП «Союзатомстрой» РФ.

Вектор-Инжиниринг, ООО

Россия, 198303, г. Санкт-Петербург, пр. Маршала Жукова 30-2-346
т.: +7 (812) 340-0038, 327-2320, ф.: +7 (812) 329-3341
info@vec-ing.ru www.vec-ing.ru

ООО «Вектор-Инжиниринг» – инжиниринговая компания, предлагающая профессиональные и эффективные решения любого уровня сложности в области обеспыливания промышленных производств.
Производит промышленное аспирационное оборудование. Проектирует и внедряет системы газоочистки, аспирации и пылеуборки на основе оборудования собственного и импортного производства. Имеет проектный и конструкторский отделы. Основу компании ООО «Вектор-Инжиниринг» составляют инженеры и проектировщики с профессиональным стажем работы в своей области не менее 5 лет.

ВТИ, ОАО

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ВСЕРОССИЙСКИЙ ДВАЖДЫ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ» (ОАО «ВТИ»)
Россия, 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14
т.: +7 (495) 234-7630, 234-7617, ф.: +7 (495) 234-7427
vti@vti.ru www.vti.ru

• Экспериментальное и теоретическое исследование рабочих процессов в котлах
• Совершенствование технического уровня и эксплуатации паровых и газовых турбинных установок и энергоблоков
• Оценка воздействия объектов теплоэнергетики на окружающую среду
• Разработка и совершенствование технологии водоприготовления и воднохимического режима
• Предпусковая и эксплуатационная очистка, пассивация и консервация основного оборудования ТЭС.
• Исследования теплофизических свойств рабочих сред и материалов, применяемых в энергетике
• Исследование и оценка ресурса металла котлов, турбин и трубопроводов
• Изучение физико-химических характеристик и теплотехнических свойств твердого и жидкого топлива, анализ топливного режима электростанций
• Автоматизация технологических процессов в энергетике
• Создание основ технологий для теплоэнергетики будущего
• Выполнение научно-исследовательских работ и оказание услуг, связанных с эксплуатацией и развитием систем теплоснабжения

Группа Ай-Эм-Си, ООО

Россия, 119034, г. Москва, Турчанинов пер., д. 6 стр. 2
т.: +7 (495) 374-0401 (многоканальный)
sales@imc-systems.ru www.imc-systems.ru

Компания «Группа Ай-Эм-СИ» (IMC) является эксклюзивным представителем на территории РФ ряда производителей оборудования для экологического и промышленного мониторинга вод, воздуха и дымовых выбросов. Мы предлагаем, как единичные виды оборудования мировых производителей, так и собственные комплексные решения в сфере промышленного и экологического мониторинга. Спектр услуг компании включает в себя: первоначальные консультации и подбор оборудования, доставку, монтаж и запуск, обучение персонала, послепродажное обслуживание.

Группа ГМС, АО

Россия, 125252, г. Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12
т.: +7 (495) 664-8171, ф.: +7 (495) 664-8172
hydro@hms.ru www.hms.ru www.grouphms.ru

Группа ГМС разрабатывает и производит высокотехнологичные насосы и насосные агрегаты для предприятий тепловой и атомной энергетики:
- Питательные насосы
- Конденсатные насосы
- Насосы систем безопасности
- Насосы систем маслоснабжения
- Сетевые насосы
- Циркуляционные насосы
- Насосы для вспомогательных систем

АО «ГИДРОМАШСЕРВИС» - объединённая торговая и инжиниринговая компания Группы ГМС. Поставляет оборудование предприятий Группы, проводит шеф-монтаж и пусконаладку поставляемого оборудования, а также комплексное техническое обслуживание и модернизацию насосов и насосных систем.

Группа компаний «Теккноу»

Россия, 196066, г. Санкт-Петербург, Московский пр. 212, БЦ «Московский», оф. 212
т.: +7 (812) 324-56-27, 324-56-28, 380-06-94, ф.: +7 (812) 324-56-29
msk@tek-know.ru, msk@tekkno.ru
www.tek-know.ru, www.tekkno.ru, www.metrologia.ru

Основным направлением деятельности является оснащение промышленных предприятий контрольно-измерительным и метрологическим оборудованием, а также приборами неразрушающего контроля.

Жефко, ООО

Россия, 107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.3, стр.2
т.: +7 (495) 981-3100, ф.: +7 (495) 981-3100
info.russia@gefco.net www.ru.gefco.net

Группа GEFCO – ведущий поставщик логистических решений и услуг для промышленных предприятий, входит в ТОП-10 крупнейших операторов в Европе и оказывает все виды логистических услуг от организации перевозки до управления и разработки уникальных решений цепей поставок.
GEFCO - дочерняя структура концерна Peugeot-Citroen, образована в 1949г. как логистическое подразделение компании PSA, организующая полный цикл логистики.
В декабре 2012г. ОАО «РЖД» приобрела 75% уставного капитала GEFCO, что позволило нам максимально эффективно использовать инфраструктуру РЖД.
Сегодня клиентами GEFCO являются лидеры машиностроительного, металлургического, энергетического и других секторов: Total, AirLiquide, Alstom, Siemens, SchneiderElectric, Газпромнефть-Снабжение, Евраз, СУЭК.

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук

Россия, 117997, ГСП-7, В-342, г. Москва, Профсоюзная, 65
т.: +7 (495) 334-8910, ф.: +7 (495) 334-9340
snv@ipu.ru www.ipu.ru

Разработка новых технологий. Импортозамещение. Создание уникальных систем.
Теория систем и общая теория управления;
Методы управления сложными техническими и человеко-машинными системами;
Теория управления в междисциплинарных моделях организационных, социальных, экономических, медико-биологических и экологических систем;
Научные основы технологий управления подвижными объектами и навигации;
Теория и методы разработки программно-аппаратных и технических средств управления и сложных информационно-управляющих систем;
Научные основы интегрированных систем управления и автоматизации технологических процессов управления производством.

ИНТЕХЭКО, ООО

Россия, 105318, г. Москва, а/я 24
т.: +7 (905) 567-8767, ф.: +7 (495) 737-7079
admin@intecheco.ru www.intecheco.ru

Одним из основных видов деятельности компании является проведение научно-практических конференций. ООО «ИНТЕХЭКО» приглашает руководителей и специалистов предприятий металлургии, энергетики, нефтегазовой, химической и цементной промышленности, инжиниринговых и сервисных компаний, институтов и производителей различного технологического оборудования принять участие в работе промышленных конференций, проводимых в ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

27-28 сентября 2016 г. – Девятая Международная конференция ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016
уникальное межотраслевое мероприятие в СНГ, охватывающее практически все вопросы газоочистки, пылеулавливания, золоулавливания, вентиляции и аспирации (электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, вентиляторы, дымососы, конвейеры, пылетранспорт, агрегаты питания электрофильтров, пылемеры, газоанализаторы, АСУТП, промышленные пылесосы, фильтровальные материалы, оборудование систем вентиляции и кондиционирования).

25-26 октября 2016 г. – Седьмая Межотраслевая конференция ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-2016
лучшие технологии водоснабжения, водоподготовки, водоотведения и водоочистки, различные способы обработки воды, подготовка и очистка промышленных сточных вод, фильтрование, абсорбция, озонирование, глубокое окисление, нанотехнологии, подготовка чистой и ультрачистой воды, замкнутые системы водопользования, решения проблем коррозии в системах оборотного водоснабжения, приборы контроля качества воды, автоматизация систем водоподготовки и водоочистки в промышленности.

29 ноября 2016 г. – Седьмая Межотраслевая конференция АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2016
новейшие решения для автоматизации предприятий энергетики, металлургии, нефтегазовой и цементной промышленности, современные информационные технологии, IT, АСУТП, ERP, MES-системы, контрольно-измерительная техника, газоанализаторы, расходомеры, спектрометры, системы мониторинга, контроля, учета и автоматизации технологических процессов.

29 марта 2017 г. - Восьмая Межотраслевая конференция АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА-2017
лучшие технологии, образцы красок и лакокрасочных материалов для защиты от коррозии, огнезащиты и изоляции, вопросы промышленной безопасности, противокоррозионная защита, усиление и восстановление строительных конструкций зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий нефтегазовой отрасли, энергетики, металлургии и других отраслей промышленности.

6-7 июня 2017 г. – Девятая Всероссийская конференция РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2017
проектирование и строительство различных объектов электроэнергетики, новейшие технологии для модернизации и реконструкции электростанций, ТЭЦ, АЭС, ГРЭС, ТЭС, повышение ресурса и эффективности турбин, котлов и другого оборудования, системы автоматизации и приборы КИП, оборудование для вентиляции и газоочистки, водоподготовки и водоочистки, переработка отходов, антикоррозионная защита, усиление и восстановление оборудования, зданий и сооружений, современные насосы, арматура, компенсаторы, СИЗ и другое оборудование.

Информация о всех конференциях, условия участия, бланки заявок, фотографии, программы и сборники предыдущих конференций представлены на сайте www.intecheco.ru

Инженерный Центр Объединенные Водные Технологии, ООО

Россия, 125367, г. Москва, Врачебный проезд, д.10, оф.1
т.: +7 (495) 988-8630, ф.: +7 (495) 988-8630
info@himvoda.com www.himvoda.com

Инжиниринговая компания, специализирующаяся в области водоподготовки для энергетического оборудования ТЭС, объектов химической, металлургической, нефтегазоперерабатывающей и многих других отраслей промышленности. Деятельность компании направлена на внедрение современных технологий очистки воды на базе собственных запатентованных разработок, применяемых как при новом строительстве, так и при модернизации устаревших технологий.

Компенз-Эластик, ООО

173526, Новгородская обл., Новгородский район, п. Панковка ул. Индустриальная, д. 18
т.: +7 (8162) 64-5334; ф.: +7 (8162) 64-5370
info@kompenz-elastic.ru www.kelast.ru

Компания «Компенз Эластик» производит качественные современные тканевые компенсаторы с использованием инновационных технологий для продолжительной и бесперебойной работы газо- и воздухопроводов при низких, высоких температурах и в агрессивной среде. Для особо ответственных участков производства с высокими температурами мы создаем многослойные компенсаторы с внутренней теплоизоляцией.
Наши компенсаторы используются в теплоэнергетике, при транспортировке природного газа, в химической промышленности, на целлюлозно-бумажных, металлургических и других предприятиях.

Комтек-Энергосервис, ООО

Россия, 192148, г. Санкт-Петербург, Большой Смоленский проспект, дом 15 корпус 2.
т.: +7 (812) 318-3915, ф.: +7 (812) 318-3916
comtec@lek.ru comtec-energoservice.ru

Основные направления деятельности:

- Производство паровых турбин малой мощности
- Реконструкции паровых турбин и тепловых схем ТЭС
- Реконструкция и модернизация элементов турбин, вспомогательного оборудования
- Производство, ремонт и реконструкции узлов парораспределения
- Ремонт элементов паровых турбин в заводских условиях
- Внедрение новых разработок и новых технологий
- Дефектация турбинного оборудования и выдача рекомендаций по ремонту
- Решение проблемных вопросов эксплуатации и ремонта турбинного оборудования
- Поставка запасных частей к паровым турбинам и насосам.

Кондор-Эко, ЗАО

Россия, 152101, Ярославская область., Ростовский р-н, р. п. Семибратово, ул. Павлова, д, 5
т.: +7 (48536) 53-008,54-011, ф.: +7 (48536) 53-112
info@kondor-eco.ru, kondore2000@mail.ru www.kondor-eco.ru

1. Проведение научных исследований и разработка в области создания нового газоочистного и пылеулавливающего оборудования.
2. Проектирование ГОУ (газоочистных установок) с применением нового оборудования и соблюдением патентной чистоты.
3. Изготовление оборудования на своих производственных площадях и поставка.
4. Участие в монтаже: авторский надзор, шефмонтаж.
5. Проведение пусковых и наладочных испытаний поставленного оборудования.
6. Научно – техническое обеспечение эффективной эксплуатации поставленного и другого газоочистного оборудования в течение всего жизненного цикла.

Консорциум «Феникс»

Россия, 196066, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 212, литер А., офис 8017
т.: +7 (812) 363-0143, ф.: +7 (812) 363-0143
info@ksfenix.org http://ksfenix.org/

Консорциум «Феникс» - первое и единственное в России международное объединение профессионалов энергетической, цементной и строительной отраслей, занимающееся созданием условий для реализации золошлаковых материалов угольных электростанций на территории РФ.
Синергетический эффект такого объединения дал возможность создать инновационные продукты, направленные на решение экологических и экономических проблем угольной энергетики - комплексную систему работы с золой-уноса электростанций РФ, концепцию экологически чистой угольной электростанции.

Кронштадт, ООО

Россия, 199178, г. Санкт-Петербург, 3-я линия В.О., дом 62, лит. А
т.: +7 (812) 441-2999 доб. 106, 197, 199, ф.: +7 (812) 710-7697
energy@kron.spb.ru www.promkompens.ru www.kron.spb.ru

ООО "Кронштадт" - один из крупнейших поставщиков сильфонных компенсаторов на территории России и стран СНГ. "Кронштадт" осуществляет полное сопровождение заказа: разработка технического решения, подбор компенсационного оборудования, предоставление технико-коммерческого предложения, контроль качества, контроль за соблюдением сроков поставки, получение всей необходимой документации, поставка, шефмонтаж.
"Кронштадт" имеет собственные представительства в Германии (KRON-CIS GmbH, Гамбург) и США (KRON Energy, Хьюстон), которые напрямую сотрудничают с ведущими мировыми производителями, гарантируя использование новейших технологий, высокое качество и наиболее полную комплектность поставляемых изделий и агрегатов.

Ксилем Рус, ООО

Россия, 115280, г. Москва, ул. Ленинская Слобода, 19
т.: +7 (495) 223-0852, ф.: +7 (495) 223-0851
xylem.russia@xyleminc.com www.xylem.ru

Производство оборудования для транспортировки и обработки воды: Вертикальные и горизонтальные многоступенчатые насосы, консольные, высокопроизводительные, турбинные с длинным валом, погружные, скважинные, насосы для сточных вод, циркуляционные насосы с мокрым ротором, пожарные, насосные станции и необходимая автоматика, частотные преобразователи, электродвигатели, мешалки. Оборудование для аэрации, фильтрации, обеззараживания и анализа.

НПВП Турбокон, ЗАО

Закрытое акционерное общество Научно-производственное внедренческое предприятие
«Турбокон» (ЗАО НПВП «Турбокон»)
Россия, 248010, г. Калуга, ул. Комсомольская роща, 43
т.: +7 (4842) 55-0474, ф.: +7 (4842) 55-0474
turbocon@kaluga.ru www.turboconkaluga.ru

Научные исследования по военной и гражданской тематике в области создания паротурбинных установок (теплофизика, гидро- и газодинамика, виброакустика, прочность, регулирование);
Разработка и внедрение энергосберегающих и бестопливных экологически чистых наукоемких технологий комбинированного производства тепловой и электрической энергии (единичная мощность установок от 0,25 до 300 МВт на основе российского энергетического оборудования), в том числе:
- создание энергоэффективных (электрический к.п.д. около 60%) электростанций с высокотемпературными (до 1500°С) паровыми турбинами с единичной мощностью до 300 МВт с угольно-газовым топливом;
- создание «бестопливной» технологии производства электроэнергии с использованием паротурбинных установок единичной мощностью 4÷20 МВт на магистральных газопроводах в соответствии со «Стратегией развития электроэнергетики ОАО «Газпром»;
- создание экологически чистых воздушных конденсаторов паротурбинных установок.

НПП Компенсатор, АО

Россия, 198096, г. Санкт-Петербург, ул. Корабельная, д. 6
т.: +7 (812) 784-1669, ф.: +7 (812) 784-9730
mail@kompensator.ru www.kompensator.ru

Более 35-ти лет создаем и серийно производим сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства диаметром от 50 до 5000 мм на давления до 20 МПа, которые успешно эксплуатируются в тепловых сетях, на предприятиях нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, металлургической промышленности, в судостроительной и аэрокосмической промышленности, теплофикации, а также в энергетическом машиностроении (турбинное оборудование, реакторы для АЭС, котельное оборудование).
АО «НПП «Компенсатор» имеет все необходимые для разработки и производства продукции лицензии и сертификаты.
В структуру предприятия входят конструкторско-технологические подразделения, серийное производство, испытательный центр, орган по сертификации.

НПП Машпром, ЗАО

Россия, 620012, г. Екатеринбург, ул. Краснознамённая, 5
т.: +7 (343) 307-6686, ф.: +7 (343) 307-6676
office@mashprom.ru www.mashprom.ru

Проектирование оборудования для металлургической, горно-добывающей, химической промышленности, предприятий энергетики и других сфер.

НПП ФОЛТЕР, ООО

Россия, 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе д. 46, корпус 2
т.: +7 (495) 730-8119, ф.: +7 (495) 730-8119 доб. 110
folter@folter.ru www.folter.ru

Очистка циклового воздуха для воздухоочистных устройств ВОУ (КВОУ) газотурбинных и компрессорных установок (ГТУ)
Разработка технических решений ВОУ с учетом исходных данных и местоположения ГТУ.
Проектирование, изготовление, поставка и монтаж ВОУ.
Разработка систем фильтрации в т.ч. по специальным требованиям.
Поставка стандартных воздушных фильтров

Накопительного типа:
- влагоотделители сетчатые, стекловолокнистые, ППУ (плоский и гофрированный);
- предфильтры панельные, карманные, класс G3÷F5;
- компактные воздушные фильтры ФОЛТЕР тонкой очистки классов F6÷F9 со стандартной и увеличенной поверхностью
- компактные воздушные фильтры ФОЛТЕР эффективной очистки классов E10÷E12;
- комбинированные многоступенчатые системы фильтрации воздуха ФОЛТЕР для ВОУ ГТУ;
- картриджные (патронные) воздушные фильтры классов F6÷F9 с предфильтрами.

Самоочищающегося типа:
- картриджные (патронные) цилиндрические воздушные фильтры ФОЛТЕР;
- картриджные (патронные) воздушные фильтры ФОЛТЕР конические.

®

НПФ ФЬЮЛЭК, ООО

Россия, 192012, г. Санкт-Петербург, пр. Обуховской Обороны, дом 120, литер Л
т.: +7 (812) 449-4693 (многокан.), ф.: +7 (812) 449-4693
info@fuelec.ru www.fuelec.ru

ООО «НПФ ФЬЮЛЭК» производит фторсодержащие агрессивостойкие и антиадгезионные материалы марок ФЛК®.

Фторэпоксидные покрытия марок ФЛК® применяются для долговременной защиты металла и бетона от агрессивного воздействия промышленной атмосферы, нефтепродуктов, концентрированных и разбавленных кислот, щелочей, солей, морской воды, природного газа, сероводорода, сернистого газа, аммиака, сточных вод, биогенной сернокислотной агрессии, спирта, винно-водочных смесей, пива, безалкогольных напитков, а также систем питьевого горячего и холодного водоснабжения и радионуклидов.

ООО «НПФ ФЬЮЛЭК» также производит перфторполиэфиры, которые используются в качестве высокоагрессиво-термостойких масел (300°С), а также антиадгезионных, агрессивостойких, антифрикционных, гидрофобных смазок, в том числе эпиламов.

НТЦ ЕЭС, ОАО

Открытое акционерное общество «Научно-технический центр Единой энергетической системы» (ОАО «НТЦ ЕЭС»)
Россия, 194223, г. Санкт-Петербург, ул. Курчатова, д. 1, лит. А.
т.: +7 (812) 297-5410, ф.: +7 (812) 552-6223
ntc@ntcees. www.ntcees.ru

НТЦ ЕЭС является научным и инжиниринговым центром Системного оператора, головной научной организацией электроэнергетической отрасли в области развития системообразующей сети Единой энергетической системы России и межгосударственных электрических связей.

Основные направления научно-технической деятельности

1. Проектирование и развитие электроэнергетических систем.
2. Устойчивость, надежность, живучесть и управляемость электроэнергетических систем.
3. Режимное и противоаварийное управление.
4. Развитие технологий оперативно-диспетчерского управления энергосистемами.
5. Автоматизированные системы мониторинга, сбора, передачи, обработки информации и управления технологическими процессами.
6. Комплексное проектирование подстанций и линий электропередачи.

Экспериментальная база

- Цифро-аналого-физический комплекс на базе электродинамической (физической) модели энергосистемы.
- Цифровая модель реального времени (RTDS).
- Испытательный стенд устройств релейной защиты и систем автоматизации.

Пауэрз, ООО

«Powerz» Ltd.
173526, Новгородская обл., Новгородский р-он, п. Панковка, ул. Индустриальная, д.20
т.: +7 (8162) 76-5781 , ф.: +7 (8162) 76-5781
info@powerz.ru ww.powerz.ru

Компания "Пауэрз" с инженерными центрами — в Великом Новгороде, Белгороде и Таганроге, а также собственной производственной площадкой является системным поставщиком на рынке энергетического оборудования в России и странах СНГ.
Основная специализация "Пауэрз" - комплексный инжиниринг, проектирование и производство оборудования для предприятий энергетической, металлургической и нефтегазовой промышленности.
Компания "Пауэрз" специализируется на разработке и производстве широкой линейки оборудования. Компания проектирует и выпускает паровые и газовые шумоглушители, аппараты обдувки поверхностей нагрева, системы пневмотранспорта золы уноса и шлака.

Промышленно-Инновационная Компания, ООО

Россия, 630129, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Кайтымовская, 61
т.: +7 (383) 306-2529, 306-2530, ф.: +7 (383) 306-2529, 306-2530
info@gazochist.ru www.gazochist.ru

Разработка, производство и поставка газоочистного и аспирационного оборудования.

Плакарт, ЗАО

Россия, 142172, г. Москва, г. Щербинка, Симферопольское шоссе, 19
т.: +7 (495) 565-3993, ф.: +7 (495) 646-1640
info@plackart.com www.plackart.com

Направления деятельности:
1. Готовые решения для нанесения наноструктурированных покрытий
2. Оборудование для газотермического напыления и наплавки, его настройка и сервис
3. Разработка, внедрение и лицензирование технологий нанесения покрытий
4. Производство и поставка деталей с покрытиями
5. Разработка и поставка материалов покрытий и запасных частей

В активе компании:
более 350 сотрудников
инженерный центр ТСЗП в составе более 35 исследователей – резидент кластера «Энергоэффективность» фонда Сколково
6 заводов покрытий (Москва, Набережные Челны, Нижний Новгород, Пермь, Санкт-Петербург, Тюмень)
12 мобильных бригад
10 технологий газотермического напыления
4 технологии наплавки
1500 вариантов покрытий
Система качества производства сертифицирована по ИСО 9001:2008

Силовые машины, ОАО

Россия, 195009, г. Санкт-Петербург, ул. Ватутина, д.3, Лит. А
т.: +7 (812) 346-7037, ф.: +7 (812) 346-7035
mail@power-m.ru www.power-m.ru

ОАО "Силовые машины" – крупнейшая энергомашиностроительная компания России, имеющая международный опыт и компетенцию в области проектирования, изготовления и комплектной поставки оборудования для тепловых, атомных, гидравлических и газотурбинных электростанций.
ОАО "Силовые машины" создает эффективные комплексные проекты для мировой энергетики, опираясь на полуторавековой производственный опыт компании и применяя новейшие достижения.
ОАО "Силовые машины" это:
- более 300 000 МВт установленной мощности в 57 странах;
- 4-е место в мире по объему установленного оборудования;
- крупнейший в России инженерно-конструкторский центр в области энергомашиностроения;
- полный спектр основного энергетического оборудования, соответствующего мировым стандартам;
- система постоянного совершенствования всех бизнес-процессов компании;
- более 20 000 работников.

ТД Пенетрон-Россия, ООО

Россия, 109428, г. Москва, Рязанский проспект, д.24, кор.2
т.: +7 (495) 660-5500, ф.: +7 (495) 660-5500
moscow@penetron.ru www.penetron.ru

Группа компаний «Пенетрон-Россия» создана в 1991 году. В настоящее время холдинг является ведущим производителем и поставщиком системы материалов для гидроизоляции сборных
и монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Материалы применяются для устройства и восстановления гидроизоляции существующих и находящихся в стадии строительства монолитных и сборных бетонных конструкций всех категорий трещиностойкости.
Материалы системы «Пенетрон» относятся к так называемой проникающей гидроизоляции и позволяют проводить работы по восстановлению гидроизоляции без откапывания фундамента,
наносить смесь непосредственно на влажный бетон, что удешевляет процесс в 4 раза против традиционных способов защиты бетона от воды.

Технологические системы защитных покрытий, ООО

Россия, 142172, Московская область, г. Щербинка, Симферопольское шоссе, дом 19.
т.: +7 (495) 783-8220, ф.: +7(495) 646-1640
info@tspc.ru www.tspc.ru

ООО «Технологические системы защитных покрытий» (Общество) - научно-исследовательский инжиниринговый центр по разработке и подбору материалов, разработке оборудования и технологических процессов для газотермического напыления металлических и металлокерамических функциональных защитных (антифрикционных, износостойких, эрозионно- и коррозионностойких, термостойких, теплозащитных, электроизоляционных, кислотостойких, радиационно-стойких и иных видов) покрытий и плазменной и лазерной наплавки с оптимальными эксплуатационными свойствами на детали и сборочные единицы оборудования и металлоконструкций различных отраслей экономики, обеспечивающих повышение надёжности эксплуатации и увеличение сроков службы оборудования и металлоконструкций и эффективности использования металлических материалов и электроэнергии.
В Обществе работают специалисты высокой квалификации, включая 4 доктора и 16 кандидатов наук.
Права Общества на интеллектуальную собственность защищены 54 патентами, ежегодно регистрируется свыше 10 патентов.
Заказчиками Общества являются более 200 предприятий.
ЗАО «Плакарт», использующее разработанные Обществом технологии, аккредитовано ф. «General Electric».

ТИ-СИСТЕМС, ООО

Россия, 141006, Московская область, г. Мытищи, Волковское шоссе, владение 5а, стр. 1,
Бизнес-центр "ВОЛКОВСКИЙ"
т.: +7 (495) 500-7154, 500-7155, 748-9626, 748-9127
info@tisys.ru www.tisys.ru www.tisys.kz www.tisys.by

Компания ООО "ТИ-СИСТЕМС" открыто на базе и как партнерская структура группы компаний "ТЕПЛОМИР". Наши специалисты уже более 20 лет работают в сфере поставок различного технологического оборудования, инжиниринга и выполнения пуско-наладочных работ для предприятий и организаций России и стран СНГ. Накоплен богатый опыт взаимодействия с ведущими российскими и европейскими машиностроительными предприятиями-производителями, инжиниринговыми компаниями и научными центрами. Основным направлением деятельности «ТИ-СИСТЕМС» является предоставления услуг в сфере проектирования, изготовления и поставки специального технологического оборудования, различных видов печей, горелок и тепловых агрегатов, котельного и энерготехнологического оборудования, систем теплообмена для подогрева и охлаждения, вспомогательного оборудования для обвязки и эксплуатации печей и котлов, поставки систем пожаротушения, промышленных компенсационных устройств, средств индивидуальной защиты персонала, технологических трубопроводов и элементов, насосов, арматуры и соединительных элементов, запасных частей, а также услуг по реконструкции действующих объектов и систем. В объем работ компании входят полный комплекс услуг: проведение расчетов, выбор конструкции технологического оборудования, разработка проекта, совместно с предприятиями-производителями, согласование его с Заказчиком, инжиниринговыми компаниями и надзорными органами, изготовление и поставка на объект в любую точку СНГ, строительно-монтажные и пуско-наладочные работы, обучение персонала.

Уральский турбинный завод, ЗАО

Россия, 620017, г. Екатеринбург, ул. Фронтовых бригад, д.18.
т.: +7 (343) 300-1348, ф.: +7 (343) 300-1460
mail@utz.ru www.utz.ru

Уральский турбинный завод, входящий многопрофильный промышленный холдинг «Ротек» (группа компаний «Ренова»), является одним из ведущих в России машиностроительных предприятий, проектирующих и производящих энергетическое оборудование.

- Паровые турбины для паросиловых установок (ПСУ)
- Паровые турбины для парогазовых установок (ПГУ)
- Судовые турбины
- Модернизация и сервис паровых турбин производства УТЗ и других производителей мощностью до 300 МВт
- Сервисное обслуживание газовых турбин в РФ
- Подогреватели, конденсаторы, металлоконструкции

Возможны модификации конструкции и схемы турбоустановок применительно к потребностям конкретного Заказчика.

УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ, ОАО

Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Шевченко, д. 16,
т.: +7 (343) 350-8146, ф.: +7 (343) 388-1459
uer@uer.ru www.uer.ru

ОАО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ» является специализированным предприятием, выполняющим все виды ремонтов, монтажи и реконструкции энергетического и электротехнического оборудования для предприятий энергетики, черной металлургии, химической промышленности и машиностроения, в том числе:

• Испытания и наладочные работы;
• Работы по диагностике состояния энергетического оборудования;
• Изготовление и поставка широкого спектра запасных частей для энергетического оборудования;
• Разработка и реализация проектов реконструкций и модернизаций существующего энергетического оборудования;
• Выполнение функций Заказчика и Генподрядчика по реконструкции и техническому перевооружению электростанций;
• Консультационные, инжиниринговые и посреднические услуги в энергетике, включая экспертизу проектов, подготовку и разработку нормативно-технической, методической, информационной и справочной документации, обучение персонала.

Хах Ланге, ООО

Россия, 195112, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр-т, 64 В
т.: +7 (812) 324-1393, ф.: +7 (812) 320-2053
Aleksandra.babko@hach.com Ru.hach.com

HACH – мировой лидер в производстве оборудования и реагентов для анализа сточной, питьевой и технологической воды.

Многолетний опыт внедрения инновационных технологий в лабораторном и промышленном контроле позволяет Hach создавать эффективные и надежные решения для мониторинга и управления технологическими процессами в различных отраслях производства.

ЭКОВЭЙВ Технологии, ООО

Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1
т.: +7 (495) 234-0501, ф.: +7 (495) 234-0501
eco@ecowave.ru www.ecowave.ru

ООО «ЭКОВЭЙВ Технологии» – инновационная компания, представляющая новую высокоэффективную технологию противоаварийной защиты трубопроводов и оборудования – СТАБИЛИЗАТОРЫ ДАВЛЕНИЯ «ЭКОВЭЙВ» (СД), используемую в ЖКХ, электроэнергетике, атомной, нефтегазовой, химической, металлургической и других отраслях промышленности.

Установка СД обеспечивает полное гашение или снижение до безопасного уровня амплитуд гидроударов, колебаний давления и связанных с ними вибраций в трубопроводных системах диаметром от 10 до 1400 мм, рабочим давлением до 25 МПа и температурой рабочей среды до 250º С.

Технология стабилизации давления позволяет:
- полностью устранить аварийные ситуации, связанные с разрывами труб от внутрисистемных возмущений транспортируемой среды;
- снизить общую аварийность трубопроводов и оборудования и затрат, связанных с аварийным ремонтом, на 30-40%;
- продлить срок эксплуатации даже сильно изношенных трубопроводов в 1,5-2 раза, а систем автоматики и контроля – в 3-4 раза.

Сегодня более 120 стабилизаторов давления «ЭКОВЭЙВ» успешно эксплуатируются на 55 объектах 36 предприятий и организаций различных отраслей промышленности, коммунального хозяйства и трубопроводного транспорта РФ и стран СНГ.

ЭКОХОЛДИНГ, ЗАО

Россия, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 87
т.: +7 (495) 491-1381, ф.: +7 (495) 491-3596
vodkommun@centro.ru www.ecoholding.ru

ГК «ЭКОХОЛДИНГ» выполняет комплексные решения в области водоподготовки («под ключ»), модернизацию (реконструкцию) существующих объектов, работы по очистке и обеззараживанию природных вод:

- обследование объекта;
- предпроектные изыскания;
- проектирование;
- подбор, изготовление и поставка оборудования;
- строительные работы;
- шеф-монтаж и ПНР;
- обучение персонала;
- гарантийное и сервисное обслуживание.

Компания реализовала более ста объектов в России и за рубежом, в таких областях как: ЖКХ, ТЭК, газовая, нефтеперерабатывающая, химическая, пищевая промышленность, сельское хозяйство и санаторно-курортные объекты.

«ЭКОХОЛДИНГ» разрабатывает и поставляет установки заводского изготовления «СТРУЯ», «ВЛАГА», «ДЕФЕРРИТ», «УМО» предназначенные дляобезжелезивания и деманганации, кондиционирования, осветления, умягчения и обессоливания воды.

Новейшие технологии и оборудование для водоочистки, водоподготовки, водоснабжения и водоотведения в энергетике, металлургии, машиностроении, цементной, химической, целлюлозно-бумажной, нефтегазовой и других отраслях промышленности.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

4. Информационные спонсоры конференции

Автоматизация и IT в энергетике, журнал

т.: +7 (495) 221-0938, ф: +7 (495) 221-0938
info@avite.ru www.avite.ru

Профессиональный научно-производственный журнал адресован специалистам энергетической отрасли, которые интересуются новейшими достижениями в области автоматизации и информационных технологий в современной энергетике. Журнал призван установить диалог между специалистами в технологической области энергетической отрасли и специалистами в области IT и автоматизации.

Постоянные рубрики журнала

Автоматизация предприятий энергетической отрасли (проблемы и практический опыт)
Современные методы и алгоритмы систем автоматизации (СА) в энергетике

- Автоматизация расчетов в энергетике
- Применение методов искусственного интеллекта в энергетике
- Моделирование в энергетике
- Интеллектуальная энергетика
- Системы автоматического управления в энергетике

Автоматизированные информационно-управляющие системы в энергетике (практический опыт)

- Общие вопросы АИУС
- ERP- системы,
- MES-системы,
- Человеко-машинный интерфейс и SCADA-системы
- САПР и управление проектами

Технические и программные средства систем автоматизации

- Телекоммуникационные системы для энергетики.
- Решения для технического и коммерческого учета энергии.
- Центры Обработки Данных в энергетической отрасли
- Автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления
- Релейная защита
- Системы безопасности и противоаварийной защиты
- Промышленные контроллеры в энергетике
- Измерители и регуляторы
- БПЛА и спутниковые технологии на службе у компаний энергетического комплекса

Опыт создания и эксплуатации СА для энергетических компаний.

- Опыт
- Аутсорсинг IT-инфраструктуры в энергетической отрасли.
- Энергоэффективность и энергосбережение
- Альтернативная энергетика
- Инструментальные средства энергоаудита

Стандартизация и сертификация СА в энергетике

- Справочные материалы
- Стандарты в области систем автоматизации
- Стандарты в области IT технологий
- Стандарты в области интеллектуальной энергетики

Надежность и безопасность в энергетике

- Надежность систем энергетики
- Технологическая безопасность
- Информационная безопасность
- Методы оценки надежности, безопасности и риска

Экономика энергетики
Опыт зарубежной энергетики
История автоматизации в энергетике
Хроника и новости
Компании отрасли

Разное

- На заметку производственнику
- Профессионалы отвечают
- Обмен мнениями (круглый стол)
- Изодром мудрости

Подписной индекс по объединенному каталогу “Пресса России” - 81 568.
«Газеты. Журналы» агентства “Роспечать” - 32 954

Водоочистка, журнал

т.: +7 (495) 664-2746
подписка: (495) 749-2164, 211-5418, ф.: +7 (499) 346-2073
podpiska@panor.ru aps@panor.ru vodoochistka@mail.ru www.panor.ru

Ежемесячное издание для специалистов в области водоочистки, водоподготовки и водоснабжения. На страницах издания — современные технологии и новые разработки в области очистки воды и улучшения ее качества, методы санации трубопроводов водоснабжения и водоотведения; технологии очистки сточных вод от биогенных элементов, очистки воды азонированием; электроимпульсные технологии обеззараживания природной и сточной воды; технологические схемы ионнообменной очистки воды; мембранные технологии водоподготовки, а также современные отечественные конкурентноспособные обратноосмотические, нано- и микрофильтрационные установки и технологии.

Вода Magazine, журнал

Россия, 125212, г. Москва, Головинское шоссе, д. 8, корп 2
т.: +7 (495) 380-1148, 380-2018, ф.: +7 (495) 380-2018
info@watermagazine.ru www.watermagazine.ru

Ежемесячный реферируемый журнал «Вода Magazine»,член Ассоциации «Вода-Медицина-Экология» рассчитан на широкий круг профессионалов (руководителей и специалистов), занятых в сферах водоподготовки, водоснабжения и водоотведения и производства соответствующего оборудования, техники и технологий.
В каждом номере журнала:
- информация о новейших зарубежных и отечественных технологиях и технике;
- сообщения о самых современных разработках и исследованиях;
- материалы о передовых методах управления и практике их применения;
- описание наиболее эффективных проектов;
- ответы специалистов на интересущие Вас вопросы;
- интервью руководителей водоканалов и предприятий

Журнал распространяется в России, Украине, Казахстане и Белоруссии по почтовой и редакционной подписке и на специализированных выставках.
Подписчиками журнала являются руководители и специалисты профильных комитетов Госдумы и Совета Федерации, департаментов Минэкономразвития РФ, Минпрома РФ, Минэнергетики РФ, Минприроды РФ, Агентства водных ресурсов РФ, Роспотребнадзора, главы департаментов и комитетов ЖКХ регионов и муниципалитетов, руководители водоканалов, компании-производители техники и оборудования, профильные НИИ и ВУЗы. Материалы журнала используются Департаментом печати и информации Правительства РФ в подготовке тематических обзоров для руководства.
Выходные данные: формат - А4, объем - 64-80 стр.; тираж - 7500 экз.;

Подписка на журнал «Вода Magazine»
Через редакцию
Подписку можно также оформить в отделениях связи по каталогу «Роспечать» (индексы 82303 и 32895).
Будем рады видеть Ваше предприятие в числе наших подписчиков, а также предлагаем сотрудничество в плане бесплатной публикации материалов о проектах, реализованных на предприятии.

Главный инженер, журнал

т.: +7 (495) 664-2746
подписка: (495) 749-2164, 211-5418, ф.: +7 (499) 346-2073
podpiska@panor.ru www.panor.ru

Производственно-технический журнал для специалистов высшего звена, членов совета директоров, главных инженеров, технических директоров и других представителей высшего технического менеджмента промпредприятий. В каждом номере - вопросы антикризисного управления производством, поиска и получения заказов, организации производственного процесса, принципы планирования производства, методы повышения качества продукции и её конкурентноспособности, практика управления техническими проектами и производственными ресурсами, способы решения различных производственных задач, опыт успешных инженерных служб отечественных и зарубежных предприятий. Публикуются материалы, необходимые для повседневной деятельности технического руководства промпредприятий.

Информационное агентство ЭНЕРГО-ПРЕСС, ООО

Россия, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14
т.: +7 (495) 362-7387, 362-7589, ф.: +7 (495) 362-7387
avs@energo-press.ru www.energo-press.info

Обеспечение руководителей и специалистов предприятий электроэнергетики и энергомашиностроения необходимой им профессиональной информацией, помещаемой в периодических изданиях, которые рассылаются по электронной почте:
Газета «ЭНЕРГО-ПРЕСС» (выпускается еженедельно с октября 1995 г., номер госрегистрации ЭЛ № 77–6259) – содержит оперативную информацию, в том числе:

- документы по техническим, экономическим и организационным вопросам, которыми должен руководствоваться производственный персонал для обеспечения надежной и эффективной работы энергопредприятий;
- материалы, отражающие достигнутый положительный опыт по совершенствованию материально-технической базы и организации работ в электроэнергетике;
- материалы, посвященные охране труда и профилактике производственного травматизма.

Научно-технический журнал «НОВОЕ В РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ» (выпускается ежемесячно с 1998 г., перерегистрирован 14.09.2010, номер госрегистрации ИА № ФС77-41829) – содержит документы и научно-технические статьи по следующим направлениям:

- процессы развития электроэнергетики;
- основные положения технической политики в энергетической отрасли;
- главные направления совершенствования материальной базы энергопредприятий;
- передовой производственный опыт;
- новые законченные научные разработки теоретического и практического характера;
- новые подходы и мероприятия по совершенствованию охраны труда производственного персонала энергопредприятий.

Информационная система по теплоснабжению РосТепло.ru

Россия, г. Москва
т.: +7 (495) 231-2126
post@rosteplo.ru www.rosteplo.ru

Все о теплоснабжении: техника, статьи, документы, новости, каталог оборудования, магазин технической литературы, адреса организаций, форум.

АВТОМАТИЗАЦИЯ A&IT в энергетике

Профессиональный научно-технический ежемесячный журнал «Автоматизация и IT в энергетике» адресован прогрессивным сотрудникам энергетической отрасли, кто объективно оценивает роль автоматизации в современной энергетике, а также тем, кто интересуется новейшими достижениями в области автоматизации и информационных технологий.

Посредством оперативной, достоверной и независимой информации мы устанавливаем постоянный диалог между специалистами в технологической области энергетической отрасли и специалистами в области информационных технологий и автоматизации.

Рубрики журнала

- Автоматизация предприятий энергетической отрасли (проблемы и практический опыт)
- Современные методы и алгоритмы систем автоматизации (СА) в энергетике
- Автоматизированные информационно-управляющие системы в энергетике (практический опыт)
- Технические и программные средства систем автоматизации
- Опыт создания и эксплуатации СА для энергетических компаний
- Стандартизация и сертификация СА в энергетике
- Надежность и безопасность в энергетике
- Опыт зарубежной энергетики
- Проблемы и задачи кадровой политики СА в энергетике: от слов к делу
- История автоматизации в энергетике
- Компании отрасли
- Хроника и новости

www.avite.ru

Подписка на журнал оформляется в любом почтовом отделении.
Подписные индексы по объединенному каталогу «Пресса России» - 81 568
«Газеты. Журналы» агентства «Роспечать» - 32 954
По каталогу Российской прессы "Почта России" - 99 495

Телефон/факс: +7 (495) 221-09-38.
E-mail: info@avite.ru http://www.avite.ru

ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО ЭНЕРГО ПРЕСС

Информационное агентство
ЭНЕРГО-ПРЕСС, ООО
Россия, 111250, г. Москва,
Красноказарменная ул., д.14
тел.: +7 (495) 362-7387, (495)362-75-89,
факс: +7 (495) 362-73-87
avs@energo-press.ru
www.energo-press.info

Обеспечение руководителей и специалистов предприятий электроэнергетики и энергомашиностроения необходимой им профессиональной информацией, помещаемой в периодических изданиях, которые рассылаются по электронной почте.

Электронная еженедельная газета «Энерго-пресс» (Выпускается еженедельно с октября 1995 г., номер госрегистрации ЭЛ № 77–6259) — содержит оперативную информацию, в том числе:

- ❑ документы по техническим, экономическим и организационным вопросам, которыми должен руководствоваться производственный персонал для обеспечения надежной и эффективной работы энергопредприятий;
- ❑ наиболее актуальные материалы отраслевых технических совещаний;
- ❑ материалы, отражающие достигнутый положительный опыт и предложения с мест по совершенствованию материально-технической базы и организации работ в электроэнергетике;
- ❑ материалы, посвященные охране труда и средствам обеспечения безопасности работ, Особое внимание уделяется публикации материалов, посвященных анализу обстоятельств несчастных случаев в отрасли и предназначенных для использования при обучении персонала

Научно-технический ежемесячный электронный журнал «Новое в российской электроэнергетике» выпускается с 1998 г. (перерегистрирован 14.09.2010 г., номер госрегистрации ИА № ФС77-41829) ISSN 2312-055X — содержит научно-технические статьи по следующим направлениям:

- ❑ процессы развития электроэнергетики;
- ❑ основные положения технической политики в энергетической отрасли;
- ❑ главные направления совершенствования материальной базы энергопредприятий;
- ❑ передовой производственный опыт;
- ❑ новые законченные научные разработки теоретического и практического характера;
- ❑ новые подходы и мероприятия по совершенствованию охраны труда производственного персонала энергопредприятий.

Подписка через Информационное агентство **«Энерго-пресс»**.
Обращаться по телефонам: **(495)362-73-87, (495)362-75-89**
или электронной почте: **avs@energo-press.ru**, **rpn@energo-press.ru**

КТП
Компрессорная техника и пневматика

ISSN 0965-5865

Компрессорная техника и пневматика

Издается с 1991 года.

Научно-технический и информационный журнал

«КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА И ПНЕВМАТИКА» – не имеющий аналогов в России и других странах СНГ журнал, освещающий вопросы разработки, изготовления и эксплуатации компрессорной техники, пневматических систем и оборудования на их базе.

Журнал предназначен для руководителей, сотрудников отделов маркетинга, снабжения и сбыта, инженерно-технических и научных работников предприятий, организаций и фирм практически всех отраслей промышленности (газовой, газоперерабатывающей, нефтяной, нефтеперерабатывающей, химической, пищевой, холодильной техники и кондиционирования воздуха и др.), а также для студентов и аспирантов высших учебных заведений.

www.compressortech.ru

ХТ
Химическая техника

Насосы
Компрессоры
Теплообменники
Резервуары
Арматура
Фильтры
Сепараторы
Центрифуги
Уплотнения
КИП
Автоматика
и другое
оборудование

Межотраслевой журнал для главных специалистов предприятий

Специализированный ежемесячный журнал «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА» знакомит читателей с новейшим отечественным и зарубежным оборудованием для нефтехимической, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности, для производства полимеров, минеральных удобрений, металлургической, горнодобывающей и других отраслей народного хозяйства; с лабораторными и измерительными приборами, средствами управления и автоматизации, уплотнительными системами и др.

В журнале также освещаются вопросы модернизации и ремонта, прочности и надежности, борьбы с коррозией, методы контроля и диагностики, ресурсосбережения и другие актуальные проблемы.

www.chemtech.ru

ПОДПИСКА НА 2016 г.

«Компрессорная техника и пневматика»

во всех почтовых отделениях связи России и других стран СНГ

**по каталогу «Газеты, журналы» Агентства «Роспечать»: индекс 79749;
по объединенному каталогу «Пресса России»: индекс 38097,
а также через редакцию (с любого номера).**

Журналы распространяются по подписке в России, других странах СНГ, Балтии и за рубежом, а также на выставках, симпозиумах, конференциях.

«Химическая техника»

во всех почтовых отделениях связи России и других стран СНГ

**по каталогу «Газеты, журналы» Агентства «Роспечать»: индекс 80830,
по объединенному каталогу «Пресса России»: индекс 42961,
а также через редакцию (с любого номера)**

***Адрес редакции:
Россия, 107258, Москва,
ул. 1-я Бухвостова, 12/11,
Информационно-издательский центр «КХТ»
Тел.: (495) 223-66-35,
E-mail: info@chemtech.ru***

Журналы распространяются по подписке в России, других странах СНГ, Балтии и за рубежом, а также на выставках, симпозиумах, конференциях.

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

индексы
16577 | 82715

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

http://ge.panor.ru

В каждом номере: материалы, необходимые для повседневной деятельности технического руководства промпредприятий; антикризисное управление производством; поиск и получение заказов; организация производственного процесса; принципы планирования производства; методы повышения качества продукции и ее конкурентоспособности; практика управления техническими проектами и производственными ресурсами; способы решения различных производственных задач; опыт успешных инженерных служб отечественных и зарубежных предприятий.

Наши эксперты и авторы: Ф.И. Афанасьев, главный инженер Стерлитамакского ОАО «Каустик»; **А.Н. Луценко,** технический директор Череповецкого металлургического комбината ОАО «Северсталь», канд. техн. наук; **А.В. Цепилов,** технический директор ОАО «Завод «Красное Сормово»; **С.А. Воробей,** главный инженер Гурьевского метзавода; **В.А. Гапанович,** вице-президент, главный инженер ОАО «РЖД»; **Г.И. Томарев,** главный инженер Волгоградского металлургического завода «Красный Октябрь»; **А.А. Гребенщиков,** главный инженер Воронежского механического завода; **А.Д. Викалюк,** технический директор Копейского машиностроительного завода; **И.Ю. Немцов,** главный инженер компании «Термопол-Москва», другие ведущие специалисты и топ-менеджеры промышленных предприятий, а также технические специалисты ассоциаций и объединений, промышленных предприятий, ученые, специалисты в области управления производством.

Издается при информационной поддержке Российской инженерной академии и Союза машиностроителей.

Ежемесячное издание. Объем — 80 с. Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- **Управление производством**
- **Антикризисный менеджмент**
- **Реконструкция и модернизация производства**
- **Передовой опыт**
- **Новая техника и оборудование**
- **Инновационный климат**
- **Стандартизация и сертификация**
- **IT-технологии**
- **Промышленная безопасность и охрана труда**

ГЛАВНЫЙ МЕХАНИК

индексы
16578 | 82716

КОМПАС В МИРЕ МЕХАНИКИ

http://glavmeh.panor.ru

В каждом номере: организация работы цехов и служб главного механика промпредприятия; современные системы оплаты труда ремонтных рабочих; опыт автоматизированного учета и анализа отказов и поломок; создание графиков планово-предупредительных ремонтов; современные способы диагностики, тестирования и ремонта оборудования; управление процессами текущего и планового ремонта; экспертиза, обзоры и технические характеристики нового оборудования; нормирование; оплата и охрана труда ремонтников и др. Структура издания построена в соответствии с должностной инструкцией главного механика.

Наши эксперты и авторы: А.А. Дырдин, главный специалист ремонтного производства ОАО «Липецкий металлургический комбинат»; **С.В. Аргеткин,** главный механик ОАО «Сызранский НПЗ»; **В.Я. Седуш,** исполнительный директор ассоциации механиков, д-р техн. наук, проф.; **В.М. Вакуленко,** эксперт Лазерной ассоциации; **А.В. Пчелинцев,** руководитель Управления технического обслуживания и ремонта завода «Московский подшипник»; **Ю.А. Бочаров,** заслуженный машиностроитель РФ, проф. МГТУ им. Н.Э. Баумана; **В.Н. Калаущенко,** директор по развитию ОАО «Электрозавод»; **И.Ф. Пустовой,** научный советник ОАО «Нанопром»; **Д.В. Тренев,** генеральный директор компании «Мир станочника»; **К.В. Ершов,** начальник сервисного центра ОАО «Казанское моторостроительное объединение», канд. техн. наук, и многие другие ведущие специалисты.

Издается в содружестве с Ассоциацией механиков, при информационной поддержке Российской инженерной академии и Союза машиностроителей.

Входит в Перечень изданий ВАК.

Ежемесячное издание. Объем – 80 с. Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- **Технологии и технические решения**
- **Советы главному механику**
- **Механообрабатывающее производство**
- **Оборудование и механизмы**
- **Ремонт и модернизация оборудования**
- **Новое компрессорное оборудование**
- **Наука – производству**
- **Выдающиеся механики, конструкторы, ученые**
- **Нормирование, организация и оплата труда**
- **Экологические проблемы в машиностроении**

Для оформления подписки через редакцию необходимо получить счет на оплату, прислав заявку по электронному адресу podpiska@panor.ru или по факсу (499) 346-2073, а также позвонив по телефонам: (495) 749-2164, 211-5418, 749-4273.

ВСЕ О ЧИСТОЙ ВОДЕ

http://vodooch.panor.ru

В каждом номере: современные технологии и новые разработки в области очистки воды и улучшения ее качества; методы санации трубопроводов водоснабжения и водоотведения; технологии очистки сточных вод; электроимпульсные технологии обеззараживания; технологические схемы ионообменной очистки; мембранные технологии водоподготовки; промышленное производство питьевой воды из источников с повышенной минерализацией; способы очистки промышленных сточных вод с помощью высокоэффективной напорной флотации; разработка фирмы «Водако». Разработки ЗАО «Аквасервис»; оценки экспертов, практические рекомендации специалистов, опыт ведущих компаний по внедрению технологий и разработок и мн. др.

Наши эксперты и авторы:
К.С. Ухачев, руководитель проекта компании «Водные технологии «Атомэнергопрома»; **С.Д. Беляев,** заведующий отделом Российского НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов; **А.А. Свердликов,** канд. техн. наук НИИ ВОДГЕО; **А.Н. Панкратов,** технический директор компании СК «Стиф»; **Б.А. Адамович,** д-р техн. наук, проф.; **Ю.Н. Шимко,** главный инженер НПО «Катализ»; **М.В. Миняев,** канд. биол. наук, Тверской госуниверситет; директор НИИ «Мосстрой», **В.А. Устюгов,** канд. техн. наук и другие ведущие специалисты в области водоснабжения, водоочистки и водоотведения.

Издается при информационной поддержке Российской инженерной академии, «МосводоканалНИИпроект», «Теплоэлектропроект», а также других НИИ и вузов.

Журнал включен в Перечень изданий ВАК.

Ежемесячное издание. Объем — 80 с. Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

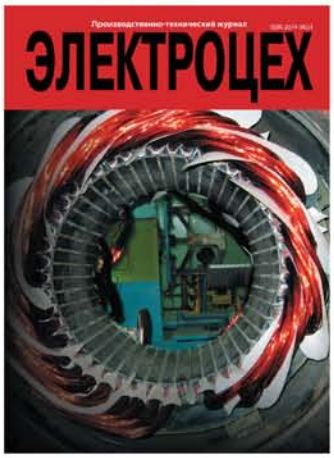
- **Технологии и оборудование**
- **Водоснабжение**
- **Инновации**
- **Водоподготовка**
- **Водоотведение**
- **Способы водоочистки**
- **Экология водных объектов**
- **Научные разработки**
- **Комментарии специалистов и нормативные документы**

индексы

12537 | **84822**

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЦЕХОВ

http://electro.panor.ru



индексы

12531 | **84816**

В каждом номере: практические рекомендации по организации работы электроцехов, безаварийной и экономичной работе электрооборудования; проверка и ремонт; оптимизация работы электроцехов; нормирование, оплата и охрана труда электриков; повышение квалификации персонала; советы профессионалов; зарубежный и отечественный опыт; ежемесячные обзоры новинок промышленной электротехники и многое другое.

Наши эксперты и авторы: А.С. Земцов, директор по инжинирингу ОАО «Электрозавод»; **Б.К. Максимов,** проф. МЭИ; **В.А. Матюшин,** исполнительный директор НПП «СпецТех»; **П.А. Николаев,** гл. инженер ОАО «Электрокабель. Кольчугинский завод»; **Р.Ф. Раскулов,** ведущий конструктор ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока»; **В.Н. Аксенов,** генеральный директор Усть-Каменогорского конденсаторного завода; **М.В. Матвеев,** директор по развитию пусконаладочной фирмы «ЭЗОП» и многие другие ведущие специалисты в области эксплуатации электрооборудования.

Председатель редакционного совета — Э.А. Киреева, проф. Института повышения квалификации «Нефтехим».

Издается при информационной поддержке Московского энергетического института и Российской инженерной Академии.

Ежемесячное издание. Объем — 80 с. Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- **Оптимизация работы электроцехов**
- **Приборы и электрооборудование**
- **Диагностика и испытания**
- **Энергосбережение**
- **Обмен опытом**
- **Автоматизация. Системы автоматики и телемеханики**
- **Эксплуатация и ремонт. Продление срока службы электрооборудования**
- **Мастер-класс**
- **Нормирование и оплата труда**
- **Охрана труда и ТБ**
- **Организация труда в электроцехах**
- **Повышение квалификации**

Для оформления подписки через редакцию необходимо получить счет на оплату, прислав заявку по электронному адресу podpiska@panor.ru или по факсу (499) 346-2073, а также позвонив по телефонам: (495) 749-2164, 211-5418, 749-4273.

КАК СБЕРЕЧЬ ЭНЕРГИЮ И ДЕНЬГИ

http://glavenergo.panor.ru

В каждом номере: материалы, отражающие все направления деятельности главного энергетика промышленного предприятия: организация работы служб главного энергетика; внедрение новой техники и энергосберегающих технологий; экспертиза и тестирование нового оборудования; вопросы энергоаудита, а также все необходимые для работы нормативные документы, в том числе пошаговые инструкции по проведению различных работ; технические данные на новые образцы выпускаемого электротехнического и теплового оборудования для промышленного производства; описания, схемы, цены изготовителя; информация о дилерах; рекомендации по охране труда работников службы главного энергетика, средствам обучения, технике безопасности, организации работ в электроцехах и многое другое. Структура издания построена в соответствии с должностной инструкцией главного энергетика.

Наши эксперты и авторы: П.Н. Николаев, заместитель технического директора ОАО «Кольчугинский завод «Электрокабель»; **Ю.М. Савинцев,** генеральный директор корпорации «Русский трансформатор», канд. техн. наук; **В.В. Жуков,** член-корр. Академии электротехнических наук РФ, директор Института электроэнергетики, проф.; **Р.М. Хусаинов,** технический директор компании «Сантерно», канд. техн. наук; **Г.Ф. Быстрицкий,** проф. МЭИ; **А.Н. Назин,** директор ЗАО «ЦЭВТ», канд. техн. наук; **А.В. Самородов,** зам. начальника отдела Управления государственного энергетического надзора; **В.А. Янсюкевич,** инженер службы энергоснабжения «Севергазпром»; **С.А. Федоров,** директор компании «Манометр-Терма»; **Л.И. Решетов,** главный энергетик ОАО «Ижавто»; **Б.Н. Бородин,** главный энергетик ОАО «Ижавто», и многие другие специалисты.

Председатель редсовета – В.В. Жуков, директор Института электроэнергетики, д-р техн. наук, проф.

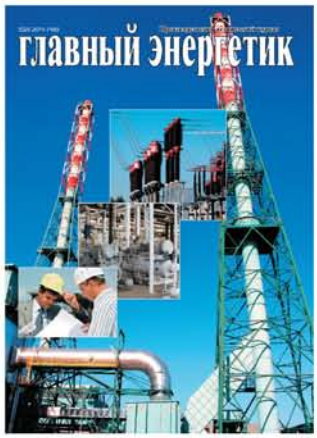
Издается при информационной поддержке Российской инженерной академии и Московского энергетического института.

Входит в Перечень изданий ВАК.

Ежемесячное издание. Объем – 80 с. Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- **От первого лица**
- **Энергосбережение**
- **Электрохозяйство**
- **Теплоснабжение**
- **Воздухо– и газоснабжение**
- **Диагностика и ремонт**
- **Обмен опытом**
- **Новые разработки**
- **Рынок и перспективы**
- **Охрана труда и техника безопасности**



индексы

16579	82717

ЧТОБЫ ТЕХНИКА НЕ ПОДВЕЛА!

http://oborud.panor.ru

В каждом номере: обзоры, экспертиза и технические параметры новых типов электрооборудования; рекомендации по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, мнения экспертов о новом высокоэффективном оборудовании, которое повышает надежность и экономичность систем электроснабжения; новые электроизоляционные материалы; диагностика и испытания оборудования; мониторинг низковольтного и высоковольтного оборудования, практика и рекомендации специалистов по обеспечению безаварийной эксплуатации; вопросы энергосбережения; новые типы вспомогательного электрооборудования: обзоры, технические параметры, экспертиза, диагностика; практические советы ведущих специалистов по эксплуатации, обслуживанию и ремонту промышленного электрооборудования и электрических сетей; актуальные вопросы энергоресурсосбережения и многое другое.

Наши эксперты и авторы: Н.И. Лепешкин, заместитель генерального директора ОАО «Центрэлектроремонт»; **С.А. Цырук,** зав. кафедрой, проф. Московского энергетического института; **Ю.М. Савинцев,** генеральный директор корпорации «Русский трансформатор», канд. техн. наук; **С.И. Гамазин,** проф. МЭИ; **В.Н. Соснин,** технический директор компании «НПФ Полигон»; **А.Н. Ерошкин,** специалист НПО «Сатурн»; **Ю.Д. Сибикин,** генеральный директор НТЦ «Оптим», канд. техн. наук; **Е.А. Конюхова,** д-р техн. наук, проф.; **М.С. Ершов,** д-р техн. наук, проф., чл.-кор. Академии электротехнических наук РФ и многие другие ведущие специалисты.

Главный редактор – профессор **Э.А. Киреева.**

Журнал входит в Перечень изданий ВАК.

Издается при информационной поддержке Московского энергетического института и Российской инженерной академии.

Ежемесячное издание. Объем – 80 с. Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

индексы

12532	84817

Для оформления подписки через редакцию необходимо получить счет на оплату, прислав заявку по электронному адресу podpiska@panor.ru или по факсу (499) 346-2073, а также позвонив по телефонам: (495) 749-2164, 211-5418, 749-4273.

Компрессорная техника и пневматика, журнал

Россия, 107258, г. Москва, ул. 1-я Бухвостова,12/11, корп. 17
т.: +7 (495) 223-6635, ф.: +7 (495) 223-6635
info@chemtech.ru www.chemtech.ru

Научно-технический журнал. Освещает вопросы разработки, изготовления и эксплуатации компрессорной техники и пневматических систем, а также оборудования на их базе. Основные рубрики: «Техника», Модернизация и ремонт», «Диагностика и мониторинг», «Технологии». Не имеет аналогов в России и других странах СНГ. Включен в перечень ВАК РФ. Распространяется в России, СНГ и за рубежом по подписке, на профильных конференциях, семинарах и выставках. Форматы: бумажный и электронный.

Новости теплоснабжения, журнал

Россия, г. Москва
т.: +7 (495) 231-2126
info@ntsn.ru www.ntsn.ru

Научно-технический журнал для теплоснабжающих организаций, предприятий с тепловым хозяйством и органов администраций.
Рассматривает вопросы теплоснабжения, эксплуатации, диагностики, ремонта и модернизации, повышения надежности технологического оборудования, планирования.

Рынок Электротехники, журнал-справочник

Россия, 127018, г. Москва, ул. Полковая, д. 3, стр. 6, офис 305
т.: +7 (495) 739-8503, ф.: +7 (495) 739-8503
reklama@marketelectro.ru www.marketelectro.ru

Уникальный отраслевой журнал-справочник, содержащий в каждом номере статьи, обзорные и аналитические материалы об электротехническом рынке, а также адресно-телефонный справочник электротехнических компаний. Самый большой тираж в отрасли.
Формат: А4, Объем: 200 страниц
Цветность: полноцвет Периодичность: ежеквартально
Тираж: 25 000 экз.

Техсовет, журнал

Журнал «ТехСовет» - путеводитель по эффективным техническим решениям
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Луначарского, 81, оф.1006
т.: +7 (343) 287-5034
tekhsovet@mail.ru www.tehsovet.ru

Полноцветный ежемесячный журнал. Двенадцать лет на рынке Тираж: 12 000 экз., объем 48-110 полос. «ТехСовет» рассказывает о технологиях, машинах и оборудовании, материалах, услугах промсервиса. Проблемы рассматриваются с точки зрения новизны, актуальности и эффективности. Главная задача – помочь компаниям в выборе продукции, услуг, надежных партнеров по бизнесу.
Рубрики: Энергетика, Промзона, Нефтегазовый комплекс, Строительство, Спецтехника

Химическая техника, журнал

Россия, 107258, г. Москва, ул. 1-я Бухвостова,12/11, корп. 17
т.: +7 (495) 223-66-35, ф.: +7 (495) 223-66-35
info@chemtech.ru www.chemtech.ru

Межотраслевой ежемесячный журнал для руководителей и главных специалистов промышленных предприятий. Информационный партнер Совета главных механиков Основные рубрики: «Оборудование», «Модернизация и ремонт», «Безопасность и надежность», «Защита от коррозии», «Контроль и диагностика», «Ресурсосбережение». Распространяется в России, СНГ и за рубежом по подписке, на профильных конференциях, семинарах и выставках.
Форматы: бумажный и электронный.

Химическое и нефтегазовое машиностроение, журнал

Международный ежемесячный научно-технический и производственный журнал
Россия, 105066, г. Москва, ул. Ст. Басманная, 21/4, МГУИЭ
т: +7 (499) 267-0764 himnef@mami.ru www.himnef.ru

Тематика журнала: исследования, конструирование, расчеты, опыт эксплуатации химического и нефтегазового оборудования, криогенной техники и холодильного оборудования, компрессоров, насосов и промышленной трубопроводной арматуры; промышленная экология; материаловедение и защита от коррозии; безопасность, диагностика, ремонт оборудования нефтегазовой и химической отраслей; стандартизация и сертификация.
Индекс подписки журнала:
по каталогу Агенства «Роспечать» – 71042;
по объединенному каталогу «Пресса России» – 38589.

Экологический вестник России, журнал

Россия, 127521, г. Москва, Старомарьинское шоссе, д. 22 оф. 28
т.: +7 (495) 618-29-83; +7 (985) 760-90-25; +7 (925) 518-58-20.
ecovest@ecovestnik.ru www.ecovestnik.ru

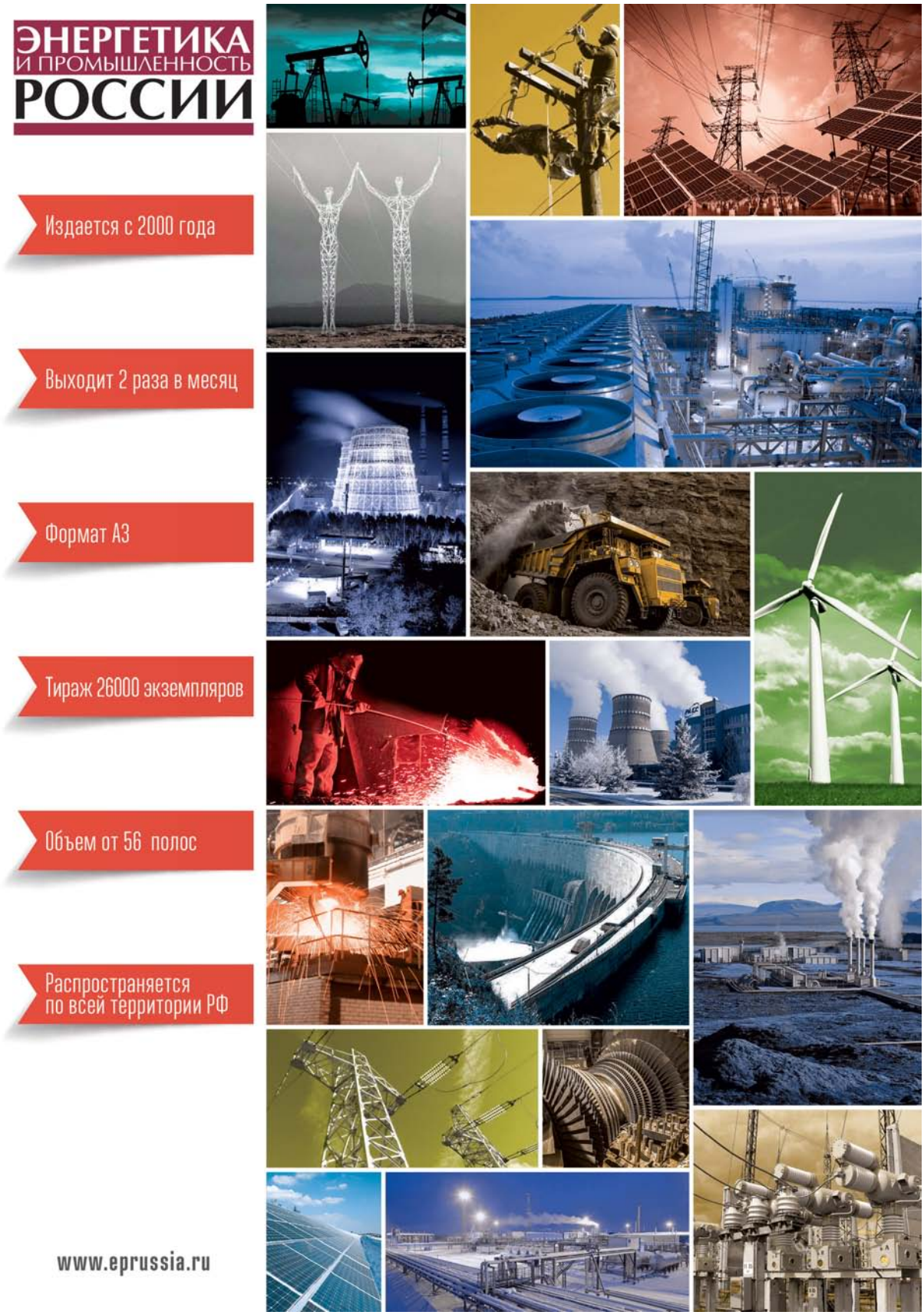
Научно-практический журнал. Наилучшие доступные технологии и оборудование, информация по широкому спектру проблем нефтегазохимического комплекса от разведки и добычи до переработки, транспортировке, хранению и потреблению углеводородов, а также аналитика и прогнозы ТЭК, обеспечение энерго- и экобезопасности, законо- и нормотворчество, устойчивое развитие в нефтегазохимическом комплексах. Сфера обращения с отходами, водо- и теплообеспечение, ЖКХ, альтернативная энергетика, изменение климата, экологические нормы и правила, экомониторинг, экоменеджмент, экологические аудит и страхование.
Основные разделы: «Нефть. Газ. Химия: ООС», «Обращение с отходами», «Водообеспечение. Тепло. ЖКХ», «Экотехнологии и оборудование», «Экономика и Экология», «ООС: Инновационный опыт компаний», «ООС: Законы. Нормы. Правила», «Образование. Повышение квалификации».

ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ

Энергетика и Промышленность России, газета

Россия, 190020, г. Санкт-Петербург, Старо-Петергофский пр.43/45, лит. Б, офис 4Н
т.: +7 (812) 346-5015 (16,17,18), ф.: +7 (812) 325-2099
office@energeticsrussia.com www.eprussia.ru

Ведущая газета энергетической отрасли страны.
Выпускается с 2000 года.
Выходит 2 раза в месяц.
Формат А3. Тираж 26000 экземпляров. Объем от 50 до 60 полос.
Распространяется по всей территории РФ. Новости и информация о состоянии и перспективах отечественной и мировой энергетики, а также нефтегазовой, химической и угольной промышленности, машино- и приборостроении, металлургии – применительно к энергетике; информационно-аналитические статьи, интервью с ведущими специалистами отрасли, описание новых технологий.
Бесплатный и открытый доступ ко всем материалам портала www.eprussia.ru.


ЭНЕРГЕТИКА
И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
РОССИИ
Издается с 2000 года
Выходит 2 раза в месяц
Формат А3
Тираж 26000 экземпляров
Объем от 56 полос
Распространяется
по всей территории РФ
www.eprussia.ru

ТехСовет
Путеводитель по эффективным техническим решениям
Энергетика
Промзона
Строительство
Спецтехника
Нефтегазовый комплекс
IT-технологии и связь
технологии
оборудование
материалы
услуги
620014, г. Екатеринбург, ул. Луначарского, 81, оф. 1006
тел.: (343) 287-50-34
e-mail: bakin@tehsovet.ru
www.tehsovet.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЯ

ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

выпускается с 2011 года
WWW.PILEGAZOOCHISTKA.RU

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

Инновационные технологии и решения для установок промышленной очистки газов и воздуха

Высокоэффективное вспомогательное оборудование газоочистных сооружений

Экологический мониторинг газовых выбросов, системы контроля и управления систем газоочистки

СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ

Руководителей и ведущих специалистов предприятий черной и цветной металлургии, электроэнергетики, цементных заводов, машиностроения, нефтегазовой, целлюлозно-бумажной, химической и других отраслей промышленности

БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА!

Заполните анкету с сайта www.pilegazoochistka.ru и отправьте ее на электронную почту admin@intecheco.ru

ПО ВОПРОСАМ РЕКЛАМЫ

обращайтесь в ООО "ИНТЕХЭКО"
+7 (905) 567-8767
Admin@intecheco.ru

105318, г. Москва, а/я 24, ООО "ИНТЕХЭКО"

научно-технический журнал

НОВОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

НТ

Бесплатно высылаем ознакомительный номер журнала

В журнале:

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ – планирование, инвестиции, финансирование, снижение издержек, экономическое обоснование технических решений;

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ – совершенствование систем теплоснабжения, эксплуатация, диагностика, ремонт и модернизация, а также повышение надежности технологического оборудования;

ОБМЕН ОПЫТОМ – опыт специалистов стран СНГ и Балтии в области эксплуатации и внедрения оборудования;

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ – действующие и новые нормативные акты, постановления;

ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ – наиболее интересные публикации региональных и центральных периодических изданий;

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ – статистический анализ аварийности по стране.

ЖУРНАЛ «НТ» ВЫХОДИТ ЕЖЕМЕСЯЧНО С 2000 ГОДА

ВЫБИРАЙТЕ НАИБОЛЕЕ УДОБНЫЙ ДЛЯ ВАС СПОСОБ ПОДПИСКИ:

На почте:
В любом почтовом отделении по каталогам:
- «Издания органов НТИ» Агентства «Роспечать» – индекс 58890;
- «Газеты. Журналы. Книги» Агентства «Роспечать» – индекс 81182;
- «Пресса России» – индексы 83137, 16388.
- «Почта России» – индекс 04388, и через Агентство «Урал-Пресс».

На сайте:
- Вы можете скачать счет на годовую подписку в разделе «Как подписаться»;
- Прочитать ознакомительный номер журнала;
- Подписаться на интернет-версию журнала и получить доступ к архиву номеров.

Через редакцию: по тел. (495) 231-21-26

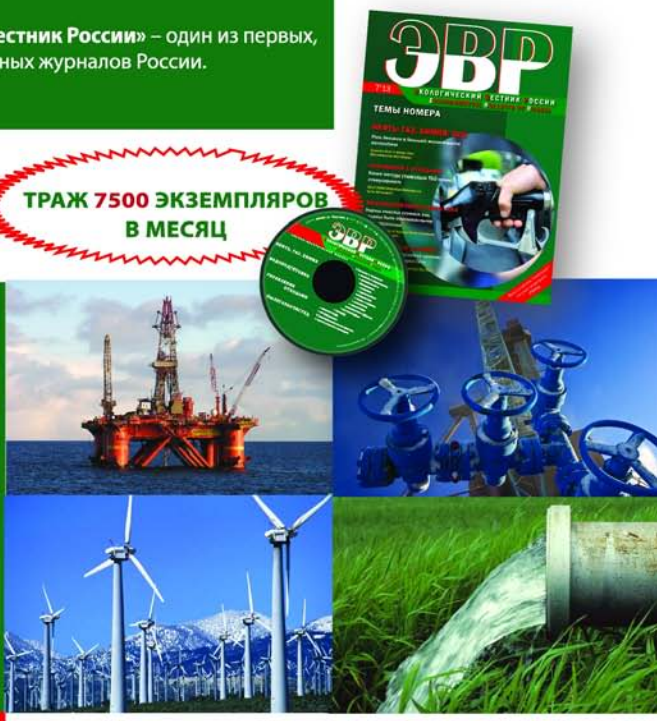
127254, г. Москва, а/я 47
тел.: (495) 231-21-26, 741-20-28
факс: (495) 564-83-01

e-mail: info@ntsn.ru
reklama@ntsn.ru
www.ntsn.ru

Научно-практический журнал **«Экологический вестник России»** – один из первых, самых популярных и известных специализированных журналов России.
Создан в 1990 году.

ЭВР ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК РОССИИ
научно-практический журнал

ТРАЖ 7500 ЭКЗЕМПЛЯРОВ В МЕСЯЦ



Главная задача журнала -
быть полезным специалистам различных отраслей промышленности, стать незаменимым помощником в повседневной работе

РАСПРОСТРАНЕНИЕ:

Журнал "ЭВР" распространяется по подписке:
"РОСПЕЧАТЬ" - 72865
"ОБЪЕДИНЕННЫЙ КАТАЛОГ" - 42110
"ПОЧТА РОССИИ" - 10768
Через редакцию:
(495) 618-29-83; ecovest@ecovestnik.ru

Входит в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Распространяется в составе системы "КОДЕКС" в электронном виде (.pdf) тиражом 1 500 экз.

Осуществляется целевая адресная рассылка + E-mail рассылка по базе адресов.

Распространяется среди клиентов компаний-пртнеров.

Принимает активное участие в тематических отраслевых, промышленных выставках, в т.ч. выставках проходящих в странах СНГ и за рубежом.

Распространяется на конференциях, семинарах, конгрессах, форумах, среди слушателей курсов повышения квалификации в печатном и электронном вариантах.

ПОСТОЯННЫЕ РАЗДЕЛЫ:
– «НЕФТЬ. ГАЗ. ХИМИЯ: ООС»
– «ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ»
– «ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕПЛО»
– «ЭКОТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ»
– «ООС: ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»
– «АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»
– «ООС: ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА»
– «ООС: ЗАКОНЫ. НОРМЫ. ПРАВИЛА»
– «ОБРАЗОВАНИЕ. ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ»

В КАЖДОМ НОМЕРЕ ЖУРНАЛА:
– эксклюзивные интервью
– уникальные рейтинги
– специальные и региональные обзоры
– аналитические материалы
– научные статьи
– маркетинговые исследования
– комментарии юристов
– нормы и правила
– материалы о новинках отраслей: технике, оборудовании, технологиях

127521, Москва, ул. Старомарьинское шоссе, д.22, оф.28
Тел. +7 (495) 618-29-83, +7 (495) 518-23-83
Моб.: +7 (925) 518-58-20
e-mail: ecovest@ecovestnik.ru; reklama@ecovestnik.ru
www.ecovestnik.ru

5. Календарь промышленных конференции ООО «ИНТЕХЭКО»

27-28 сентября 2016 г. – Девятая Международная конференция ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2016
уникальное межотраслевое мероприятие в СНГ, охватывающее практически все вопросы газоочистки, пылеулавливания, золоулавливания, вентиляции и аспирации (электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, вентиляторы, дымососы, конвейеры, пылетранспорт, агрегаты питания электрофильтров, пылемеры, газоанализаторы, АСУТП, промышленные пылесосы, фильтровальные материалы, оборудование систем вентиляции и кондиционирования).

25-26 октября 2016 г. – Седьмая Межотраслевая конференция ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-2016
лучшие технологии водоснабжения, водоподготовки, водоотведения и водоочистки, различные способы обработки воды, подготовка и очистка промышленных сточных вод, фильтрование, абсорбция, озонирование, глубокое окисление, нанотехнологии, подготовка чистой и ультрачистой воды, замкнутые системы водопользования, решения проблем коррозии в системах оборотного водоснабжения, приборы контроля качества воды, автоматизация систем водоподготовки и водоочистки в промышленности.

29 ноября 2016 г. – Седьмая Межотраслевая конференция АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2016
новейшие решения для автоматизации предприятий энергетики, металлургии, нефтегазовой и цементной промышленности, современные информационные технологии, IT, АСУТП, ERP, MES-системы, контрольно-измерительная техника, газоанализаторы, расходомеры, спектрометры, системы мониторинга, контроля, учета и автоматизации технологических процессов.

29 марта 2017 г. - Восьмая Межотраслевая конференция АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА-2017
лучшие технологии, образцы красок и лакокрасочных материалов для защиты от коррозии, огнезащиты и изоляции, вопросы промышленной безопасности, противокоррозионная защита, усиление и восстановление строительных конструкций зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий нефтегазовой отрасли, энергетики, металлургии и других отраслей промышленности.

6-7 юня 2017г. – Девятая Всероссийская конференция РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2017
проектирование и строительство различных объектов электроэнергетики, новейшие технологии для модернизации и реконструкции электростанций, ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, повышение ресурса и эффективности турбин, котлов и другого оборудования, системы автоматизации и приборы КИП, оборудование для вентиляции и газоочистки, водоподготовки и водоочистки, переработка отходов, антикоррозионная защита, усиление и восстановление зданий, сооружений и оборудования, насосы, арматура, компенсаторы.

Информация о всех конференциях, условия участия, бланки заявок, фотографии, программы и сборники предыдущих конференций представлены на сайте www.intecheco.ru

Модернизация осветлителей для тепловых и атомных электростанций с применением тонкослойных модулей. (ГК «ЭКОХОЛДИНГ»)

Группа Компаний «ЭКОХОЛДИНГ», Вольфтруб Лия Иосифовна, Главный технолог, к.т.н.

В условиях перехода к новым прогрессивным методам очистки воды, в том числе к мембранным технологиям, особое значение приобретает эффективность предварительной очистки природной воды, которая осуществляется в осветлителях конструкции ВТИ и ЦНИИ. К настоящему времени эти осветлители технически и морально устарели.

С целью оптимизации работы этих сооружений, специалистами Группы Компаний «Экохолдинг» были разработаны методы модернизации, которые направлены на повышение производительности, эффективности и надежности работы этих сооружений.

Необходимость реконструкции связана с тем, что, как показывает практика их работы, качество осветленной воды и производительность сооружений не отвечают современным требованиям водоподготовки.

Это вызвано технологическими и конструктивными недостатками указанных осветлителей, которые к настоящему времени уже технически и морально устарели.

Предлагаемые технические решения направлены на устранение таких конструктивных недостатков, как неустойчивый, турбулентный режим осаждения в слоях достаточно большой высоты (1,5-2,0м.), низкие коэффициенты объемного использования, отсутствие эффективно работающей камеры хлопьеобразования.

Для этого осветлители должны быть дооборудованы следующими элементами:

1) В зоне осаждения устанавливаются тонкослойные отстойные модули, обеспечивающие устойчивый, близкий к ламинарному, режим осаждения в слоях небольшой высоты (5-10 см). Учитывая, что для изготовления тонкослойных модулей требуются значительные расходы материалов, имеющих существенный вес, нашими специалистами была разработана конструкция тонкослойных блоков, свариваемых из полиэтиленовой пленки толщиной 250-300 мкм. Сварка плёнки осуществляется методом экструдированной присадки, которая обеспечивает прочность свариваемых швов. Изготовленные сотоблоки отвечают требованиям транспортабельности, прочности, долговечности, простоты монтажа и демонтажа, обладают небольшим весом, коррозионной устойчивостью.

Существенным достоинством блоков из полиэтиленовой пленки, по сравнению с самонесущими отечественными блоками из жестких материалов, является более низкий коэффициент трения и наличие небольшой вибрации поверхности тонкослойных элементов, обеспечивающей постоянное сползание ранее выпавшего осадка и отсутствие его накопления в объеме каждой ячейки, включая и тяжелые известковые осадки.

Разработанная последовательность соединения пленки в сотовую конструкцию обеспечивает их пространственную устойчивость и возможность растягивать на рамы из уголков только по периметру модуля, т.к. экструдированная присадка создает внутренний каркас, обеспечивающий жесткость и прочность конструкции.

Вес 1 $м^2$ (по площади зеркала воды) сотоблока, растянутого на рамы из уголков 32х32х3, не превышает 20-25 кг, что является важным условием для находящихся длительное время в эксплуатации осветлителей.

2) В зоне взвешенного слоя ниже шламоотводящих Т устанавливаются тонкослойные хлопьеобразующие сотоблоки.

Проведение процессов хлопьеобразования в замкнутом пространстве ячеистой конструкции повышает эффективность процессов коагуляции и хлопьеобразования.

Скоагулированная взвесь, поступающая в тонкослойные элементы, эффективно осаждается в слоях небольшой высоты и накапливается на их поверхности. Достигнув определенной критической массы, она сползает по резко наклонной (под углом 70^0) поверхности элемента и, в концентрированном обезвоженном состоянии, встречается с вновь образующимися хлопьями, являясь для них адгезионно-активной контактной средой.

3) Для увеличения коэффициента объемного использования осветлителя и, соответственно, увеличения времени пребывания в нем воды, приближая его к расчетному, изменяется система сбора осветленной воды.

Сбор воды будет осуществляться равномерно по всей отстойной площади системой радиальных перфорированных труб и кольцевым транспортирующим желобом, соединенным с существующим приемным коробом. Отметки расположения отверстий в радиальных перфорированных трубах будут такими же, как и в существующих сборниках.

4) Для увеличения равномерности распределения воды по площади осветлителя изменяется отметка врезки осветленной воды из шламоуплотнителя в сборный карман. Она опускается на 250-350мм ниже. .

5) Для интенсификации процесса удаления газов, над уровнем поверхности воды в воздухоотделителе осветлителя, на существующем трубопроводе монтируется устройство для каскадирования изливающегося потока воды. Оно выполнено в виде горизонтальных дисков с бортиками, установленными концентрично относительно патрубка. Диаметр каждого последующего диска, в порядке расположения от верха патрубка, больше диаметра предыдущего.

Процесс газоотделения достаточно интенсивен благодаря тому, что обеспечивается тонкослойное растекание воды и каскадирование потока: при переливании последовательно через кромки патрубка и через внешние кромки дисков, а также при обтекании бортиков.

Таким образом, благодаря развитой поверхностью излива воды и, соответственно, увеличенным временем контакта с атмосферным воздухом ,достигается её более глубокая дегазация и создаются оптимальные условия для протекания процесса химического взаимодействия реагентов с растворенными в воде веществами. Результатом этого взаимодействия является образование нерастворимых соединений, выделяющихся в виде хлопьев, и образование контактной среды по высоте осветлителя вплоть до шламоприёмных средств. Нарушения структуры коагулированной взвеси за счет выделяющихся из обрабатываемой воды газовых пузырьков при этом не происходит и в результате достигается более глубокое осветление воды.

Таким образом, гидравлическая схема работы осветлителя и расположение основных узлов останутся прежними.

Предлагаемая нами реконструкция осветлителей может быть выполнена ремонтными бригадами и не усложнит их эксплуатацию.

Предлагаемые технические решения являются оригинальными современными разработками, защищенными патентами РФ (№ 38634 и № 40297), прошедшими многолетние успешные производственные испытания на станциях водоподготовки, работающих в условиях качественного разнообразия природных вод и методов их обработки.

Впервые в 1998 г. по нашим рекомендациям была осуществлена последовательно реконструкция двух осветлителей ВТИ-380, расположенных на предочистке ХВО Каширской ГРЭС (установлен верхний ярус модулей и рассредоточенная сборная система). Наладочные работы реконструированных осветлителей проводились наладочной Фирмой ОРГРЭС. По результатам наладки были сделаны следующие выводы: «Выполненная химцехом модернизации предочистки дала возможность получить на отечественном серийном оборудовании, проработавшем более 25 лет, осветленную воду, по качеству отвечающую как отечественным НДТ, так и более жестким требованиям изготовителей современных импортных ионитов. Качество осветленной воды характеризуется следующими показателями: взвешенные вещества — менее 1 мг/кг; железа — менее 100 мкг/кг: окисляемость — менее 2 мг/кг: нестабильность — менее 0,05 мг-экв/кг. Модернизация предочистки, получение осветленной воды с низким содержанием взвешенных веществ, железа, органики позволяет улучшить технико-экономические показатели существующих ВПУ, а также обеспечить возможность внедрения современных технологий водоподготовки (обратный осмос, Апкорэ, Амберпак)».

В 1998 г. на станции водоочистки Объединенного института ядерных исследований г. Дубна были реконструированы осветлители конструкции ВНИИГС в тонкослойные с тонкослойно-рециркуляционными камерами хло-пьеобразования, что позволило на 30-40% поднять их производительность и обеспечить высокое качество осветления воды.

В августе 2004 г. были пущены в эксплуатацию 2 модернизированных осветлителя на новом блоке ХВО Конаковской ГРЭС (ВТИ-250И — работающих в режиме коагуляции серно-кислым алюминием). Качество осветленной воды удовлетворяет требованиям эксплуатации (процент съема органики — 70-75%, взвешенных веществ — 90-95%).

В **2003** г. были пущены в эксплуатацию 3 модернизированных осветлителя ВТИ-630 на Аргунской ТЭЦ (Чеченская Республика).

В 2004-2005 гг. были пущены в эксплуатацию 2 осветлителя ВТИ-400 в цехе химводоочистки Балтийской ТЭЦ, работающие в режиме коагуляции серно-кислым алюминием с флокулянтом.

Реконструкция осветлителей №1 и №2 позволила получать воду, полностью отвечающую требованиям НТД и изготовителей современных ионообменных материалов, а также требованиям современных технологий (мембранная технология), увеличить производительность почти в 2 раза.

Показатели качества воды	Показатели качества исходной воды	Показатели качества осветленной воды до реконструкции осветлителей №1 и №2	Показатели качества осветленной воды после реконструкции осветлителей №1 и №2	
Окисляемость, мг O_2/кг	9,98	5 ÷ 6	3,0	2,85
Fe, мг/л	0,27	0,15- 0,17	0,02	0,01
Взвешенные вещества, мг/л	16,3	8,0	0,34 –0,4	0,9
SiO_2 раств., мг/л	2,0	2,0	1,6	1,6
Производительность, $м^3$/ч		160	280-300	280-300

В 2005 г. выполнена модернизация осветлителей ВТИ-250 на ОАО «Дорогобуж». За прошедшие годы была выполнена последовательная модернизация ещё 3-х осветлителей.

На первом этапе работ по модернизации осветлителей ОАО «Дорогобуж» была выполнена только рассредоточенная система сбора осветленной воды и установлен верхний ярус тонкослойных отстойных блоков. Значительно более существенные результаты по повышению производительности на 30-40% и снижению содержания железа в 2-3 раза и органики был достигнут после установки нижнего (хлопьеобразующего) яруса модулей.

В 2005г. выполнена модернизация осветлителя ЦНИИ-2 «Новгородская генерирующая компания».

Модернизация осветлителя ЦНИИ-2 обеспечила возможность повышения его производительности с 250-280 т/ч до 350-400 т/ч при одновременном снижении содержания на 30-40% алюминия и органических загрязнений.Модернизация осветлителя позолила снизить фактические дозы реагентов (коагулятна и флокулянта),что обеспечивает **фактический годовой экономический эффект-1278828 руб**

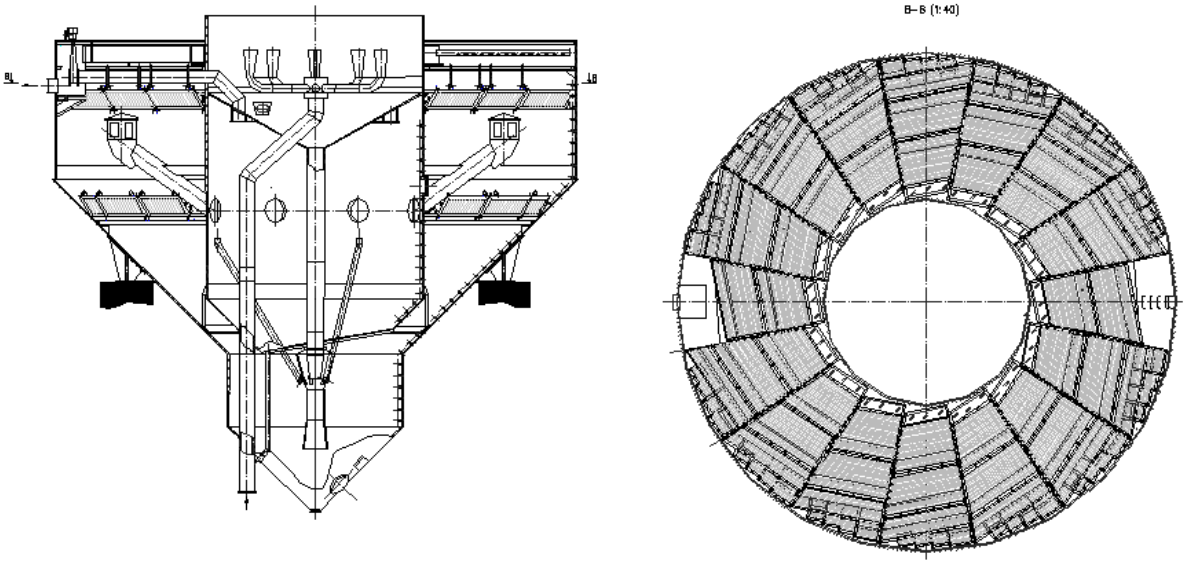
В 2007 году были пущены в эксплуатацию:

- 2 осветлителя ВТИ-100 вг.Комсомольске на новом блоке Ивановских ПГУ и -2 осветлителя ВТИ-250 на новом блоке ТЭЦ №2 в город Саранске..

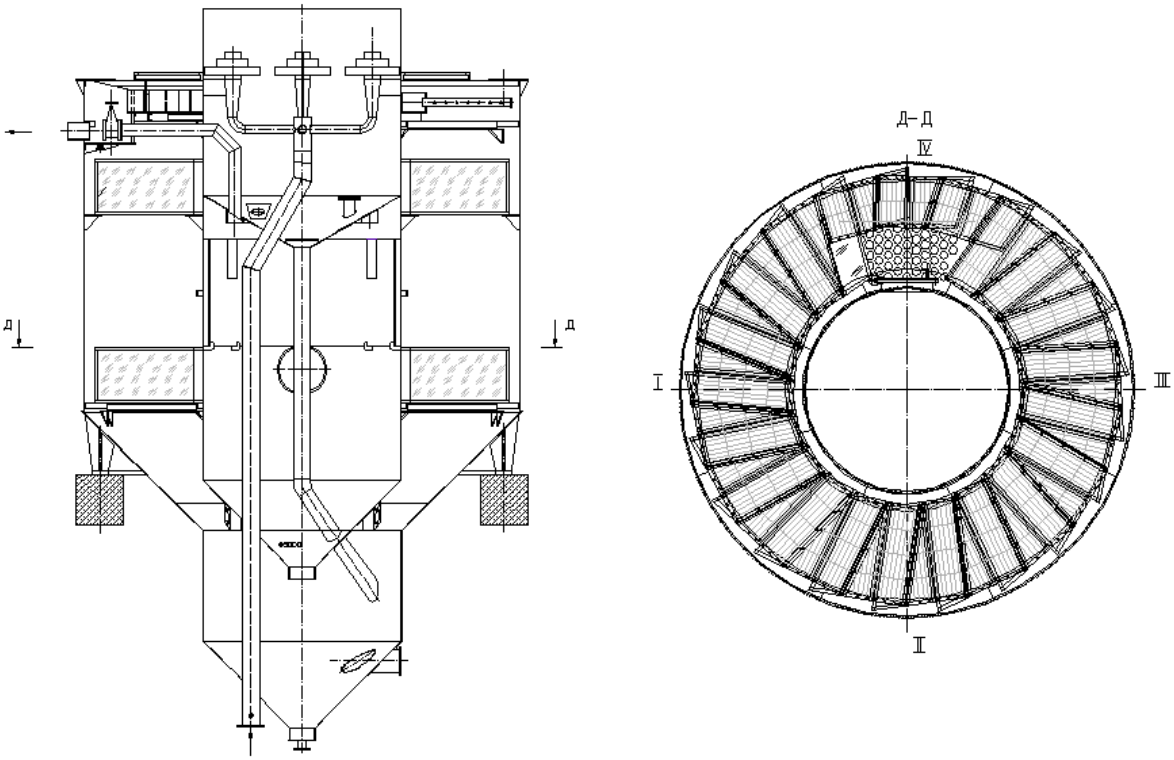
Выполнена модернизация осветлителя ЦНИИ-1,производительностью 250 т/час. В г.Новомосковске.

В 2008-10гг. Модернизация 2-х осветлителей ЦНИИ-150 на Черепетской ГРЭС г.Суворов.

Радиальная схема и соответствующий ей секторный тип модулей (рис1) применяются, в основном, при модернизации осветлителей больших производительностей, более 250м^3/час.



Секторальная схема расположения тонкослойных модулей (Рис.2).



Вес одного кв.метра (по площади зеркала воды) модуля, растянутого в каркасе из уголков 25х25х4, или 32х32х3 не превышает 20÷25кг для обеих модификаций.

Группа Компаний "ЭКОХОЛДИНГ"
Россия, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 87
т.: +7 (495) 491-1381, ф.: +7 (495) 491-3596
vodkommun@centro.ru www.ecoholding.ru

Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ:

- Проектирование и строительство различных объектов электроэнергетики.
- Инновационные разработки для повышения ресурса и эффективности котлов, турбин и другого технологического оборудования ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС, АЭС, ГЭС.
- Автоматизация предприятий энергетики - системы управления, учета и контроля.
- Технологический и экологический мониторинг: расходомеры, уровнемеры, пылемеры, газоанализаторы, спектрофотометры, различные датчики и приборы учета и контроля.
- Электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны для установок газоочистки.
- Технологии и оборудование водоподготовки, водоочистки и водоснабжения электростанций.
- Материалы для огнезащиты, изоляции, защиты от коррозии, усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования.
- Современные градирни, теплообменники, компенсаторы, насосы, конвейеры, муфты, арматура и другое оборудование электростанций.

УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Руководители и главные специалисты предприятий электроэнергетики (главные инженеры ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, ГЭС, АЭС, ОГК и ТГК, начальники конструкторских и производственно технических отделов, ПКО, ПТО, начальники и главные специалисты отделов развития, начальники отделов охраны окружающей среды, начальники котельных и турбинных цехов, начальники отделов энергоэффективности и инноваций, ответственные за техническое перевооружение, эксплуатацию и ремонт различного оборудования, реконструкцию, модернизацию и капитальные ремонты, экологию, автоматизацию, эффективность и промышленную безопасность электростанций).
- Руководители, главные и ведущие специалисты проектных, научных, инжиниринговых, сервисных и монтажных организаций.
- Представители отечественных и зарубежных компаний, производящих современное основное и вспомогательное оборудование для электростанций.
- Журналисты профильных СМИ.

Конференция ежегодно проводится ООО «ИНТЕХЭКО» с 2009 года.

www.intecheco.ru admin@intecheco.ru +7 (905) 567-8767

WWW.INTECHECO.RU

ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ ООО «ИНТЕХЭКО»

г. Москва, гостиничный комплекс «ИЗМАЙЛОВО»

Межотраслевая конференция «АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА»

ежегодно в марте с 2010 года

конференция по промышленным ЛКМ, технологиям противокоррозионной защиты, краскам и материалам для защиты от коррозии, огнезащиты и изоляции, электрохимическим методам защиты металлов, приборам контроля качества покрытий, оборудованию для подготовки поверхности и окраски, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий металлургии, энергетики, химической, нефтегазовой и других отраслей промышленности.

Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

ежегодно в июне с 2009 года

конференция по проектированию и строительству различных объектов электроэнергетики, модернизации ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, ГЭС, повышению ресурса и эффективности турбин, котлов и горелок, системам автоматизации и приборам КИП, оборудованию для вентиляции и газоочистки, водоподготовки и водоочистки, переработке отходов, промышленным ЛКМ для защиты от коррозии, изоляции и огнезащите, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и энергетического оборудования, современным насосам, арматуре, компенсаторам и другому оборудованию электростанций.

Международная конференция «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»

ежегодно в сентябре с 2008 года

межотраслевой форум по вопросам газоочистки в промышленности - технологии очистки отходящих и технологических газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота, сероводорода и других вредных веществ; оборудование установок газоочистки, пылеулавливания, аспирации и вентиляции: электрофильтры, рукавные фильтры, циклоны, скрубберы, промышленные пылесосы, дымососы и вентиляторы, конвейеры, насосы, компенсаторы, системы экологического мониторинга, пылемеры и газоанализаторы, АСУТП газоочистки, новые фильтровальные материалы, системы пылеподавления.

Межотраслевая конференция «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

ежегодно в октябре с 2010 года

технологии водоподготовки, водоотведения и водоочистки, различные способы обработки воды, подготовка и очистка промышленных сточных вод, замкнутые системы водопользования, решение проблем коррозии, приборы контроля качества и расхода воды, автоматизация систем водоочистки, современные реагенты, насосы, трубы, арматура, теплообменники, компенсаторы и другое оборудование систем водоснабжения.

www.intecheco.ru admin@intecheco.ru +7 (905) 567-8767