

АТОМНОЕ строительство

Корпоративное издание саморегулируемых
организаций атомной отрасли

№ 5(11) | июль-август | 2012

СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ», СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ», СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО»



С.В. Егоров:
**«ВВЭР-ТОИ – проект с
высоким потенциалом
конкурентоспособности»**

В номере:

■ Тема номера

«Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Строительные технологии» стр. 4

■ Интервью

С.В. Егоров, директор проектно-конструкторского филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» о проекте ВВЭР-ТОИ, актуальных проблемах сооружения АЭС и применении современных строительных технологий. стр. 7

■ Главное

В рамках Нижегородского Форума «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов» состоялась конференция, посвященная развитию строительных технологий. По мнению экспертов отрасли Россия переходит от периода накопления и освоения новых технологий проектирования и сооружения к этапу их активного внедрения. стр. 11

АТОМНОЕ строительство

Редакционный совет:

Опекунов В.С.
Денисов В.А.
Донцов В.К.
Карина В.И.
Малинин С.М.
Семенов О.Г.
Толмачев А.В.
Яковлев Р.О.

Корпоративное издание саморегулируемых организаций атомной отрасли (СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ», СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ», СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО»)

Контакты:

119017, Москва, улица Большая Ордынка, дом 29, стр.1
Тел.: +7 (495) 646-73-20 (Доб. 397)
Факс: +7 (495) 953-73-43
E-mail: pressa@atomsro.ru

При перепечатке материалов ссылка на журнал «Атомное строительство» обязательна. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Публикуемые в журнале материалы, суждения и выводы могут не совпадать с точкой зрения редакции и являются исключительно взглядами авторов.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации: Эл №ФС -77-47210.

Поздравление с Днем строителя!

Дорогие друзья!

Поздравляю Вас с профессиональным праздником! Профессия строителя одна из самых востребованных, массовых и уважаемых на земле, поэтому и праздник этот всенародный!

Ежегодно тысячи компаний реализуют множество сложнейших проектов, фактически создавая новый облик нашей страны.

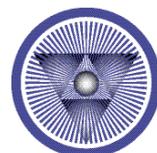
Сегодня можно констатировать тот факт, что с введением саморегулирования в области строительной деятельности, профессиональному сообществу удалось объединиться и наметить главные векторы своего развития. Основной нашей задачей становится модернизация отечественного стройкомплекса с использованием современных передовых технологий.

В этот день желаю Вам успешной реализации проектов. Успехов во всех начинаниях. Счастья, здоровья и новых побед!

Президент СРО атомной отрасли

В.С. Опекунов

АТОМНОЕ строительство



Главное

04 **Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов** В июне 2012 года в Нижнем Новгороде, на Нижегородской ярмарке состоялся II Международный научно-практический форум «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения». В рамках Форума ведущие предприятия атомной отрасли России, а также ключевые зарубежные компании представили новые технологии сооружения объектов использования атомной энергии. Открывая форум, руководитель объединенной компании Валерий Лимаренко отметил: «Стало традицией в середине июня собирать в Нижнем Новгороде российских и зарубежных специалистов, занимающихся сложными инженерными объектами. Это отличная площадка для обмена опытом и знаниями по созданию, внедрению и применению систем управления жизненным циклом (УЖЦ) сложных инженерных объектов, развитие конкурентоспособных технологий сооружения, демонстрация успешных решений».



Форум «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов» г. Нижний Новгород

Материалы

06 Ознакомится с докладами и презентациями участников Форума и Конференции, посвященной новым строительным технологиям, можно скачав их по специальной ссылке на странице 6.

Интервью

07 **С.В. Егоров, Директор ПКФ ОАО «Концерн Росэнергоатом»** ВВЭР-ТОИ впервые в новейшей истории России изначально задал условия, по которым в проекте должны быть отражены способы сооружения объекта, что очень важно. Мы поставили перед собой множество тяжелейших задач, на решение которых у наших условных конкурентов уходило многие годы. По сути дела - это система по построению системы, многозадачная программа с множеством вложенных элементов в центре которой находится объект строительства. Работа над этим проектом идет географически по параллели «от Франции», где у нас работают конструкторы и «до Нижнего Новгорода», где трудятся проектировщики ОАО «НИАЭП».

Тема номера

14 **Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения объектов использования атомной энергии.** В рамках Нижегородского Форума «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов» состоялась конференция, посвященная развитию строительных технологий. По мнению экспертов отрасли Россия переходит от периода накопления и освоения новых технологий проектирования и сооружения к этапу их активного внедрения. Ближайшая задача – перенести эти передовые технологии на стройплощадку и применять их ежедневно. В текущем номере журнала мы представляем некоторых участников Форума и технологии, которые они презентовали в рамках конференции. Свои проекты представили: ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»; ООО «НПО Энергомашсервис»; ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»; ООО «МД Системы»; ЗАО «ХК «Композит», а также опытом поделились представители технопарка «Электросталь» и Ассоциации электромонтажных организаций «СОЮЗЭЛЕКТРОМОНТАЖ»

С.В. Егоров, Директор ПКФ ОАО «Концерн РОСЭНЕРГОАТОМ»



Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов



главное

В июне 2012 года в Нижнем Новгороде, на Нижегородской ярмарке состоялся II Международный научно-практический форум «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения». В рамках Форума ведущие предприятия атомной отрасли России, а также ключевые зарубежные компании представили новые технологии сооружения объектов использования атомной энергии.

Инициатором и главным организатором Форума выступила объединенная компания ОАО «НИАЭП» - ЗАО АСЭ, предприятие Госкорпорации «Росатом». Цель форума — обмен опытом и знаниями между представителями российских и зарубежных компаний различных отраслей по созданию, внедрению и применению систем управления жизненным циклом (УЖЦ) сложных инженерных объектов, развитие конкурентоспособных технологий сооружения, демонстрация успешных решений. Материалы форума впоследствии будут использоваться при проектировании и сооружении объектов в России и за рубежом (Бангладеш, Беларусь, Венгрия, Вьетнам, Индия, Китай, Словакия, Турция, Чехия).

Руководство ОАО «НИАЭП» предоставило уникальную возможность участникам форума из 6 стран (Белоруссия, Вьетнам, Китай, Индия, Украина, Чехия) посетить стройплощадку энергоблоков № 3 и № 4 Ростовской АЭС, чтобы они лично увидели как действует единая информационная системой на сооружаемых объектах.

В форуме приняли участие более 650 представителей из 200 компаний России, Белоруссии, Чехии, Франции, Швеции, Германии, Украины, Индии, Китая, Вьетнама, Японии, США, Швейцарии, Кореи, Испании, Словакии, Дании, Финляндии. В числе участников были такие компании, как Концерн «Росэнергоатом», ФГУП РЯЦ-ВНИИЭФ, ОАО «ОКБМ им. И.И.Африкантова», ОАО «Атомэнергопроект», ОАО «ИНТЕР РАО ЕЭС», Кластер ядерных технологий «Сколково», ОАО «Вертолеты России», ООО «Либхерр-Русланд», Цзянцзунская ядерная энергетическая корпорация КНР (JNPC), AREVA, SKODA JS a.s., Dassault Systèmes, Toshiba Corporation, Intetgraph PP&M, Construction Corporation № 1 (Вьетнам) и другие.

Открывая форум, руководитель объединенной компании Валерий Лимаренко отметил: «Стало традицией в середине июня собирать в Нижнем Новгороде российских и зарубежных специалистов, занимающихся сложными инженерными объектами. Это отличная площадка для обмена опытом и знаниями по созданию, внедрению и применению систем управления жизненным циклом (УЖЦ) сложных инженерных объектов, развитие конкурентоспособных технологий сооружения, демонстрация успешных решений».

«Радует, что число участников форума, в том числе и зарубежных, выросло по сравнению с прошлым годом. Это говорит об актуальности его тематики. В Нижегородской области развитие предприятий атомной отрасли является приоритетным. Современный внутренний и внешний рынок требует повышения

качества услуг и снижения издержек, и именно атомная отрасль демонстрирует свою конкурентоспособность, отвечая этим требованиям», - сказал министр промышленности и инноваций Нижегородской области Владимир Нефедов.

На первом форуме, в июне 2011 года ОАО «НИАЭП» подготовил и представил свою повестку по УЖЦ сложных инженерных объектов: необходимость единой информационной модели, принятие логики УЖЦ при проектировании, сооружении, и выводе из эксплуатации. Отличительная особенность второго форума в том, что часть его участников перед началом работы в Нижнем Новгороде посетила зону строительства энергоблоков №3 и №4 Ростовской АЭС и увидела, как единая информационная система существует непосредственно на объекте.

«Второй форум имел особое значение для атомной отрасли России, - подчеркнул Александр Полушкин, заместитель генерального директора - директор по проектному инжинирингу ОАО Концерн «Росэнергоатом», - от периода накопления и освоения новых технологий проектирования и сооружения мы переходим к этапу активного внедрения. Ближайшая задача - перенести эти передовые технологии на стройплощадку и применять их ежедневно. Стратегия российской атомной отрасли до 2030 года предусматривает строительство 100 энергоблоков в России и за рубежом. Программы по УЖЦ сложных объектов, о которых идет речь на форуме, сейчас востребованы во всем мире и их внедрение - залог успеха развития отечественной атомной отрасли».

Ключевым событием форума стала конференция «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения». На ней обсуждалась готовность заказчика (государства, эксплуатирующих организаций и других собственников сложных инженерных объектов) покупать и использовать продукт «Система УЖЦ объекта», а также возможность инжиниринговых компаний предложить такой продукт. В обсуждении приняли участие также консалтинговые и IT-компании, которые работают в зоне развития продуктов для УЖЦ, их координации и связывания между собой. Этой теме был посвящен ряд специальных семинаров: «Информационные технологии: от проектной модели до модели «as built», «Технологии управления стоимостью сложных инженерных объектов», «Современные технологии сооружения сложных инженерных объектов», «Развитие Нижегородского кластера атомной энергетики».

По итогам Форума участники отметили отличную организацию и слаженную работу команды объединенной компа-

нии ОАО «НИАЭП» - ЗАО АСЭ, которая убедительно продемонстрировала усиление своих компетенций и готовность к расширению географии и масштабов деятельности как на внутреннем, так и на внешнем рынке. «Это второй форум по управлению жизненным циклом сложных инженерных объектов, но впервые мы его проводим как объединенная компания, которая является лидером инжиниринга отечественной атомной отрасли и российским экспортером услуг по сооружению АЭС, - отметил директор ОАО «НИАЭП»-управляющей организации ЗАО АСЭ Валерий Лимаренко. - Мы были рады увидеть на форуме наших российских и зарубежных заказчиков - как сегодняшних, так и потенциальных, наших поставщиков, коллег, партнеров. За два дня мы вместе проделали большую работу, которая, уверен, принесет свои плоды в совместном сотрудничестве». Своими впечатлениями поделился Михаил Водчиц, генеральный директор ОАО «Строительный трест №8» (Брест, Беларусь): «Мы начали работать с ОАО «НИАЭП»- ЗАО АСЭ на строительстве Белорусской АЭС. Строительством я занимаюсь с 1979 года, но на Ростовской АЭС увидел много нового: процесс подготовки площадки, передовые технологии, используемые при сооружении. Я даже немного завидую молодежи, прорабам, мастерам, которые благодаря этим инновациям будут способны применить свои знания и силы при строительстве объектов. Уважение вызывают порядок, чистота, высокое качество».

Павел Эндер (директор внешней торговли - Восток компании Armature Group, Чехия), участвующий в форуме второй раз, отметил: «Наша компания занимается выпуском промышленной арматуры, в том числе и для атомных станций. Было интересно посмотреть, как теоретические вещи, которые мы обсуждали год назад, уже работают на площадке. Я уверен, что система управления жизненным циклом объекта работоспособна». Кроме того в рамках мероприятия ОАО «НИАЭП» и СРО атомной отрасли подписали соглашение о сотрудничестве, предусматривающее совместные программы по совершенствованию процессов сооружения АЭС и по подготовке рабочих кадров. На форуме был также подписан меморандум о создании Кластера атомной энергетики Нижегородской области, в которой вошли 30 предприятий Нижегородской и Владимирской областей. Кроме того, ОАО «НИАЭП» и Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева (НГТУ) подписали соглашение о создании базовой кафедры. Также в НГТУ состоялось заседание членов ассоциации «Консорциум опорных вузов атомной отрасли России».

Материалы Форума

Конференция «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения». 15 июня 2012 года

Выступающий:	Тема доклада:	Скачать файл:
<i>С.В. Егоров - Директор ПКФ ОАО «Концерн Росэнергоатом»</i>	«Развитие конкурентоспособных технологий сооружения. Технологии сооружения ВВЭР-ТОИ»	Презентация
<i>В.С. Опекунов - Президент СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»</i>	«Референтность и инновационность. Ведущая роль СРО при внедрении инновационных технологий при сооружении ОИАЭ»	Презентация
<i>Э.Л. Кокосадзе - Генеральный директор ЗАО «Институт «Оргэнергострой»</i>	«Комплексный подход к процессу возведения строительных конструкций АЭС индустриальным методом»	Презентация
<i>С.М. Власов - Управляющий в России ООО «Саренс Раша»</i>	«Комплексный подход к процессу возведения строительных конструкций АЭС индустриальным методом»	Презентация
<i>А.Н. Кравчук - Технический представитель Kroll Cranes A/S</i>	«Применение башенных кранов сверхбольшой грузоподъемности для возведения АЭС»	Презентация
<i>Е.И. Кривцов - Зам. Директора по развитию ЗАО «ПРОМСТРОЙКОНТРАКТ»</i>	«Системы соединения арматурных стержней на объектах энергетической отрасли»	Презентация
<i>Ю.А. Сюткин - Зам. Директора опытного производства по строительным технологиям и материалам - начальник отдела ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»</i>	«Применение рулонной технологии армирования фундаментных плит и перекрытий АЭС»	Презентация
<i>А.Б. Рябов - Первый Заместитель Генерального Директора ООО «НПО Энергомашсервис»</i>	«Применение современных судостроительных технологий для ускорения и удешевления строительно-монтажных работ»	Презентация
<i>В.В. Мякишев - Рук. сектора «Технологии бетонных и ремонтных работ» ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е.Веденеева»</i>	«Предложения по скоростным технологиям возведения строительных конструкций АЭС»	Презентация
<i>Ульф Кучер - Nuket Technology</i>	«Опыт и подходы NUKEM Technologies к реализации проектов в области вывода из эксплуатации сложных инженерных объектов»	Презентация
<i>В.С. Гребенюк - Директор Департамента международного сотрудничества со странами СНГ ОАО «Навигационно-информационные системы»</i>	«Решения на основе технологий ГЛОНАСС в управлении жизненным циклом сложных инженерных объектов»	Презентация
<i>А.О. Адамцевич, В.Г. Соловьев, Пустовгар А.П. - ФБОУ МГСУ</i>	«Анализ эффективности использования химических добавок к тяжелому и особо тяжелому бетонам для монолитных конструкций АЭС»	Презентация
<i>С.В. Муравьев - Ген.директор ООО «МД Системы»</i>	«Преимущества и опыт применения полифилизаторов системы Консолид для стабилизации грунтов при строительстве дорог и устройстве площадок для других инженерных объектов в РФ»	Презентация
<i>М.А. Столяров - Директор по развитию бизнеса ЗАО «ХК «Композит»</i>	«Разработка и внедрение композитных материалов на объекты атомной отрасли»	Презентация

ИНТЕРВЬЮ

«ВВЭР-ТОИ – проект с высоким потенциалом конкурентоспособности и жизнеспособности»

Директор ПКФ ОАО «Концерн Росэнергоатом»

Егоров Сергей Владимирович

Как бы Вы оценили современное состояние сооружения объектов атомной энергетики с точки зрения развития строительных технологий?

Вопрос, конечно, очень непростой. По отдельным направлениям развития мы сегодня находимся в авангардных позициях. Мы используем самые современные методы сварочных технологий, также есть четкое понимание, как работать в части пуско-наладки сложнейших систем, высоко оцениваем свои возможности в области других строительных технологий. Это и тяжелая крановая техника, опалубочное хозяйство от лучших производителей, а бетоны, которые мы используем, применяются на сложнейших объектах мирового уровня. Но речь ведь идет не сколько о лидерстве в отдельных позициях, сколько в системном видении и оценке всего комплекса строительных технологий. В этой части, конечно, похвастаться, к сожалению, пока нечем. У нас есть большая группа передовых технологий, которые мы используем, а также довольно широкий спектр технологий, которые попросту устарели. Я бы привел аналогию из морского дела: скорость движения кильватера определяется самым тихоходным кораблем. Это наглядный пример ситуации со строительным комплексом отрасли. Мы во многих случаях оказываемся медленнее, чем могли бы не потому, что у нас отсутствуют прорывные технологии, а из-за того, что устаревшие технологии сильно сдерживают развитие. Необходимо сделать все, чтобы наполнить проект атомной станции новым исчерпывающим перечнем новых передовых разработок, обеспечивающим необходимый ритм строительства. С этим мы сталкиваемся сейчас при зареботке проекта ВВЭР-ТОИ (водоводяной энергетический реактор – типовой, оптимизированный, информатизированный).

Во времена Советского Союза дело с технологиями обстояло лучше?

Это классический миф о «советский временах». Я был бы осторожнее в выборе подобий. С одной стороны, тогда были тяжелейшие стройки, которые выполнялись, условно, с помощью кирки, а с другой, конечно были разработки, которые по сей день сохраняют существенный потенциал по набору строительных технологий. Таким высокоиндустриальным, во многом современным проектом является реак-



тор ВВЭР-1000, несмотря на то, что прошли уже десятилетия с начала использования этих технологий. Этот проект обеспечивал высочайшие темпы строительства АЭС, используя строительную систему «ПОТОК», опираясь на мощнейшую организационную и строительно-монтажную базу, имел проработанную, документированную технологию сооружения. Это один из наиболее успешных опытов, который стал основой для разработки обязательных технологических правил, что заложило серьезную базу для поддержания этой технологии в течение десятилетий и, конечно, дальнейшего развития.

Сегодня существенно поменялась технологическая база. Появилась иная крановая техника, технологии монтажа арматуры, материалы и т.д. Это общий технический прогресс, который происходит в мировой строительной индустрии. Надо отметить, что в последние несколько

лет Россия совершила большой прорыв по заимствованию технологий. Мы активно закупает технологические решения. В атомной отрасли также широкая география заимствования: Европа, Азия, Америка. У нас есть некая общность в технологических подходах с Китаем и США, так как это страны, в которых строится много крупных объектов, наши типы строек похожи на мега-проекты.

Какие трудности возникают сегодня при внедрении и применении новых строительных технологий?

Трудностей, конечно, избежать нельзя. Акцент на безопасности строительства, сам по себе означает более высокую устойчивость системы к внешним воздействиям. Это, в свою очередь, приводит к повышению требований ко всем технологиям и материалам. На сегодня



Модератор Конференции «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения» С.В. Егоров и президент СРО атомной отрасли В.С. Опкунов.

нышний день высочайшие требования предъявляются к армированию, обеспечению прочности конструктивных связей, качеству бетонной смеси, а это подразумевает более высокий уровень контроля за укладкой бетона, что вызывает сложности на площадке с точки зрения организации этого процесса. Таким образом, технология начинает включать в себя не только процесс изготовления материалов и доставки их на объект, но и процесс ухода за конструкцией. Появляется некое противоречие: с одной стороны необходимо использовать, скажем, более высокопрочные марки бетона, с другой – они обладают более продолжительным периодом набора прочности, и сложны с точки зрения ухода за ними. Такая же ситуация в области пожарной безопасности, контроля качества сварных соединений и т.д. В итоге, создать безопасный объект сейчас становится гораздо сложнее, нежели раньше.

Как найти разумный баланс

между сроками сооружения, качеством и безопасностью?

На сегодняшний день, человечество не придумало для этого ничего, кроме денег. Они являются универсальным эквивалентом измерения качества, общим знаменателем к которому может быть приведена вся работа на объекте. Так и образуется разумный баланс между стоимостью объекта и сроками его окупаемости. Мы постоянно решаем систему уравнений, включающую стоимость, сроки сооружения с сохранением приоритета безопасности и иных потребительских свойств. Совершенно очевидно, что невозможно сделать безопасный объект дешево и быстро, есть системные ограничения. Но при этом необходимо иметь разумный качественный минимум. В этом отношении мы пытаемся заложить все эти базовые предпосылки на стадии проектирования. В связи с этим мы переходим на новые методы

проектирования: процессное моделирование с гораздо большей степенью подробностей, чем, скажем, 10 лет назад. Так было всегда, иного способа визуализации проектного решения в многомерном пространстве не существует. Однако, сегодня компьютерное моделирование дает две возможности: запоминать информацию, в том числе и негативную, а также предлагает вариативность при исполнении того или иного решения при том, что сама стоимость проектирования сегодня возросла, оценка рисков дает существенную экономию на этапе строительства.

На Нижегородском Форуме по управлению жизненным циклом сложных инженерных объектов, Вы были модератором конференции, посвященной строительным технологиям. Какие, на Ваш взгляд, новые разработки сегодня являются наиболее перспективными?

Я не буду называть конкретных технологий, а выделю только отдельные разделы, которые, безусловно, необходимо развивать. Первое, что хотелось бы отметить – технологии цифровой обработки данных на площадке и передачи этих данных между системами инженерии. Это практически виртуальный объект, который служит для оценки геодезических измерений, вынесения Multi-D модели объекта в пространстве, а также технологии GPS-ГЛОНАС и т.д. Это, собственно то, что должно быть развернуто на площадке раньше всего и будет служить отправной точкой для остальных технологий.

Вторая группа технологий – производство земельных работ. Применение современной техники и тех возможностей, о которых я сказал выше, мы можем в разы сократить бросовые работы или работы, которые не приносят должного результата.

Следом я бы выделил работы по устройству коммуникаций и дорожные технологии. Вечный образ разбитой стройки на сегодняшний день совершенно лишней и многие наши строительные площадки демонстрируют, что можно поддерживать объект в надлежащей чистоте. От этого многое зависит, в том числе и организация выполнения работ. Большое значение имеет устройство так называемых временных зданий и сооружений. Производство носит индустриальный характер и от того, как устроен процесс сооружения станции, в конечном итоге, зависит качество строительства.

Следующие технологии – производство строительных работ и, прежде всего, бетонных. Этот раздел включает в себя весь комплекс работ от доставки бетонных смесей на площадку до муфтовых соединений арматуры – вообще самой массовой операции на стройке АЭС, которая выполняется тысячами повторов. От этого напрямую зависят сроки сооружения, ведь строительная часть не так существенна с точки зрения цены, но является определяющей для темпов строительства. Сюда же относятся важнейшие подъемно-транспортные механизмы, наличие крановой техники, разумной по стоимости и, главное, эффективно загруженной. Строительные работы – огромный пласт, который важен с точки зрения обеспечения сроков строительства.

Кроме того, мы не можем, к сожалению, вечно рассчитывать на доступный нам резерв трудовых ресурсов, и в этой связи первостепенное значение приобретают монтажные работы. Высококвалифицированные рабочие рано или поздно будут в дефиците и мы должны сделать упор на технологии автоматизированной сварки, понимая, что специалисты в этой области будут дорогостоящими и мы должны иметь большой объем сварных соединений, которые мы могли бы производить в автоматическом режиме. И финишная группа это электротехнические, тепломонтажные работы, устройство вентиляции, изоляции, переход к пуско-наладочным работам.

Особняком стоит крайне важная для инжиниринговых компаний задача – умение координировать работы, управлять имеющимися ресурсами. Фактически, – задача оперативно-тактического руководства предоставленными возможностями. Это важно, потому что стройка гораздо более сложна, чем проект, который существует на бумаге. В условиях реального производства требуется учитывать множество дополнительных условий. Именно поэтому, умение управлять ресурсами, подчиняя его целям сооружения объекта вовремя и в срок – это совершенно особая работа.

В связи с этим хотелось бы узнать про проект ВВЭР-ТОИ, который позволит решить те задачи, о которых Вы только что сказали. Как проходит разработка этого проекта?

Проект архисложный. Если коротко, то он представляет собой исчерпывающий набор потребительских качеств объекта, отраженных в проекте и включающий аспекты безопасности, стоимости и сроков сооружения. Детализация вклю-

чает в себя порядка семи тысяч различных требований, без учета действующих нормативных актов. Выстроена система доказательств, что эти требования являются обоснованными. Подготавливаются документы, которые раскрывают представления об объекте и о способах его сооружения. ВВЭР-ТОИ впервые в новейшей истории России изначально задал условия, по которым в проекте должны быть отражены способы сооружения объекта, что очень важно. Мы поставили перед собой множество тяжелейших задач, на решение которых у наших условных конкурентов уходило многие годы. По сути дела – это система по построению системы, многозадачная программа с множеством вложенных элементов в центре которой находится объект строительства. Работа над этим проектом идет географически по параллели «от Франции», где у нас работают конструкторы и «до Нижнего Новгорода», где трудятся проектировщики ОАО «НИАЭП». Получается сложнейший механизм с тысячами сотрудников, задействованными в создании проекта ВВЭР-ТОИ. Мы практически решаем задачу построения системы управления требованиями. То есть, выдвижение требований, проверка их на исполнимость и корректировка управления ими в ходе решения сложной задачи определения баланса сроков, стоимости и качества сооружения. Очень рассчитываю, что в этом году мы доделаем базовую часть проекта, вокруг которой мы сможем организовывать проектирование привязки объекта к местности и начнем защищать проект в надзорных органах с точки зрения обоснования его безопасности. К слову сказать, что с точки зрения оценки безопасности мы чувствуем себя уверенно, так как решения проекта вполне референтны и были ранее защищены. Важным для нас моментом является авария на АЭС Фукусима-1. Мир уже забыл о том, что эта трагедия была вызвана гигантским землетрясением и цунами, а в памяти осталась только авария сама по себе. Это показывает, что атомная энергетика всегда находится под пристальным вниманием общественности. В связи с этим мы вынуждены были реагировать на вызов. Нам пришлось существенно проанализировать подходы к созданию проекта, а в скором времени придется сделать новые расчеты с целью учета дополнительных критериев по возможности аварий. Такого рода подход сделает систему более требовательной. Мы понимаем, что любое возможное внешнее воздействие на АЭС становится для нас практически проектной рамкой. Кроме того, важно понимать, что речь идет не о строительстве одного единственного объекта, а целой серии проектов в большом географическом диапазоне и, соответственно, в различных климатических и экономических

условиях. Мы планируем строительство объектов в Нижнем Новгороде, Курской области и, в то же время, думаем о том, как возводить объект за рубежом.

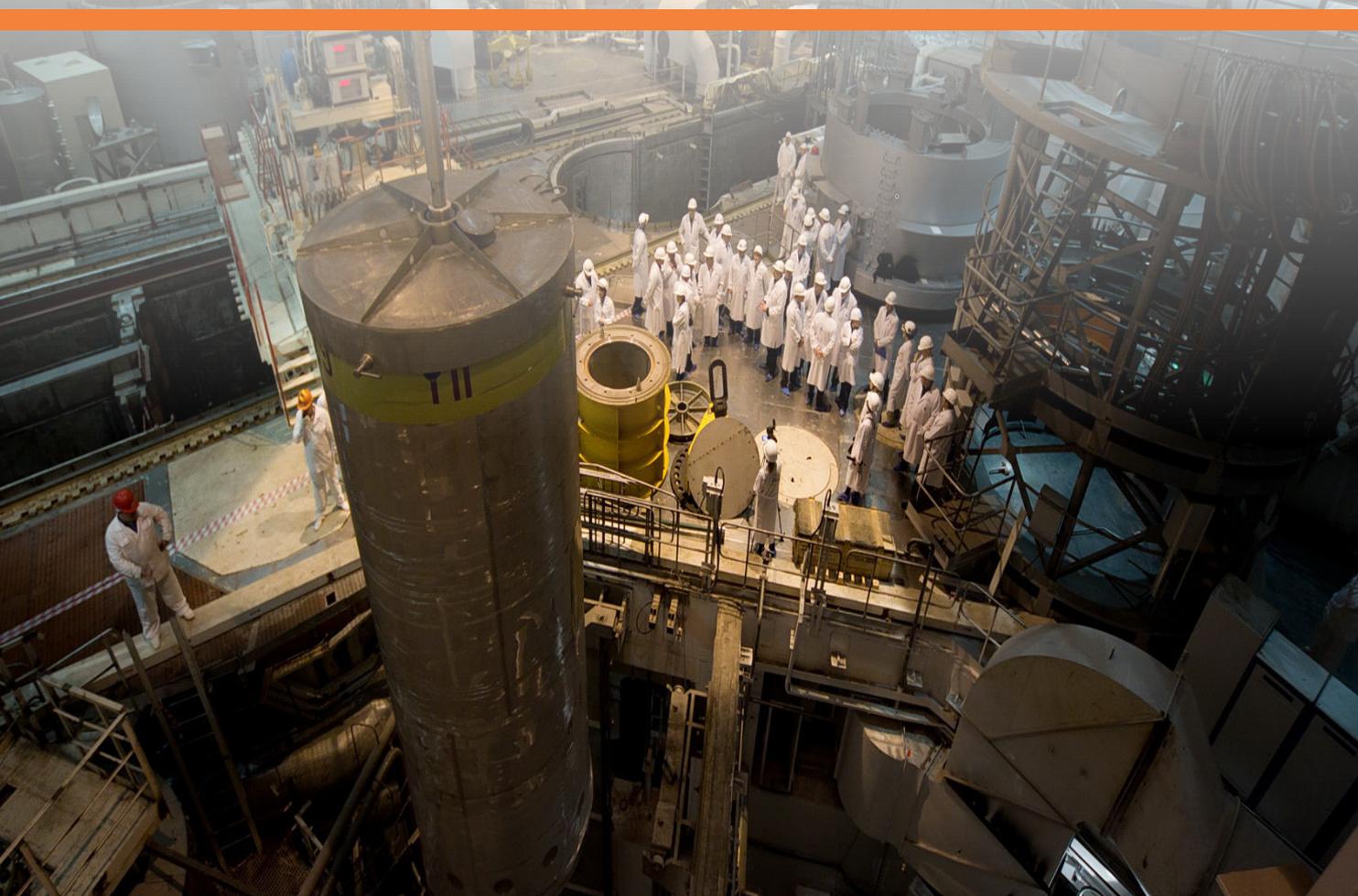
Тут возникает еще одна формула этого проекта: типичность и индивидуальность. Это требует от системы проектирования компромисса и гибкости, так как мы говорим о возможности изменений, их допустимости и, конечно о скорости принятия решений, связанных с этими изменениями. Конечно, какие-то элементы разумней будет сделать индивидуальными, но при этом система проектирования в любом случае должна остаться типовой. Таковыми будут система обработки инженерных данных и доставки этих данных. Мы формируем ядро с высоким потенциалом конкурентности и жизнеспособности.

Какую, по Вашему мнению, в развитии технологий играют технические нормативы, и как Вы оцениваете работу СРО атомной отрасли в этом направлении?

Определяющую. У нас существует необходимость формирования требований, а Стандарты, по сути, и есть эти самые требования. Стандарт – это единственное, что может быть предъявлено потенциальному участнику проекта задолго до момента контрактации. То есть, то внешнее требование, которое может быть рассмотрено, оценено и осмысленно претендентом на исполнение любой части работ. И только после того, как он продемонстрирует соответствие стандартам, он будет рассмотрен Заказчиком или Генеральным подрядчиком в качестве соисполнителя проекта. Только введение через стандарты правил игры дает возможность выбора компетентного исполнителя, возможность разделять с ним разумные риски и предъявлять к нему надлежащие требования. Я идейный сторонник саморегулируемых организаций, так как та работа, которую они выполняют не должна быть функцией государства. Только люди, погруженные в эту деятельность, обязаны объединяться и самостоятельно организовывать свою работу. Так должно быть построено профессиональное сообщество. Нельзя ждать «старшего брата» в виде государственных органов, который рассудит нас по технической проблеме, предложит нам варианты ее решения. Я считаю, что мы еще не до конца умеем использовать возможности общественных институтов и саморегулирование – еще один хороший механизм, призванный усилить эти позиции.

СПАСИБО, СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ!

Развитие конкурентоспособных технологий сооружения объектов использования атомной энергии



Калининская АЭС. Фото ОАО «НИАЭП»

тема номера

В рамках Нижегородского Форума «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов» состоялась конференция, посвященная развитию строительных технологий. По мнению экспертов отрасли Россия переходит от периода накопления и освоения новых технологий проектирования и сооружения к этапу их активного внедрения. Ближайшая задача – перенести эти передовые технологии на стройплощадку и применять их ежедневно. В текущем номере журнала мы представляем некоторых участников Форума и технологии, которые они демонстрировали в рамках конференции.

Применение современных судостроительных технологий для ускорения и удешевления строительно-монтажных работ

НПО «Энергомашсервис»

Применение муфтовых механических соединений в «ответственном» строительстве - это активно развивающееся направление, которое позволяет удешевить и ускорить строительство сооружений, не предъявляет специальных требований к квалификации персонала при этом обеспечивает получение конструкции гарантированного качества, что является одним из ключевых требований к ответственным и долгоживущим объектам. Мы представляем краткий обзор базовых возможностей лучшей на настоящий момент из применяемых в нашей стране технологий создания муфтовых соединений, а именно технологии с использованием муфт с параллельной резьбой Ancon CXL, далее остановимся на достигнутых на сегодня результатах, после чего мы рассмотрим ряд перспективных направлений применения муфтовых направлений и дадим предварительные оценки эффективности развития этих перспективных направлений. Компания Ancon Building Products была основана в 1882 в г. Шеффилд, Великобритания, где и сейчас располагается головной офис и основные про-

изводственные мощности. Последние 30 лет одним из основных направлений деятельности компании является разработка, поставка и сопровождение технологий муфтовых соединений строительной арматуры. В настоящий момент компания возглавляет список из трех мировых технологических лидеров в этом направлении, специализируясь при этом, в отличие от двух других компаний в этом списке, на ответственных и долгоживущих сооружениях. Список объектов, на которых были применены муфтовые технологии Ancon, включает в себя сотни объектов в более чем 30 странах мира, в том числе десятки крупнейших, ключевых для национальных экономик, промышленных, инфраструктурных, энергетических, транспортных, военных, гидротехнических и прочих объектов. В области атомной энергетики муфтовые соединения Ancon применены при сооружении более 40 блоков АЭС в 12 странах мира. В Россию Ancon Building Products пришел в 2007 г., заключив дистрибьюторский договор с компанией НПО «Энергомаш-

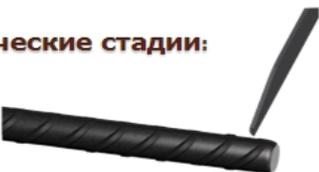
сервис», которую я имею честь здесь представлять. Нами совместно были проведена работа по адаптации муфтовых технологий Ancon к российской арматуре, разработаны и выпущены необходимые документы, включая ТУ на муфтовые соединения, проведена сертификация в системе ГОСТ-Р. Как известно, основополагающим отраслевым руководящим документом, регламентирующим параметры муфтовых соединений на объектах Росатома является РД ЭО 0657-2006 г. Муфтовые соединения Ancon полностью соответствуют требованиям, предъявляемым этим документом. Технология Ancon CXL - технология равнопрочного соединения арматуры посредством механических муфт с параллельной резьбой Ancon CXL - была выбрана строительным отделом ОАО «СПбАЭП» в качестве проектной технологии для Проекта АЭС 2006.

Для понимания технологии подготовки резьбового муфтового соединения Ancon CXL считаем важным остановиться на каждом этапе процесса подготовки арматуры на нижеприведенном рисунке (Рис. 1).



Технология ANCON CXL – проектное решение для Проекта АЭС 2006

Технологические стадии:

Подрезка 

Холодная ковка 

Создание резьбы 

Разгрузка 



Торцовка конца арматуры нужна для равномерного распределения нагрузки при ковке и правильной работе соединения в конструкции.

Площадь сечения конца арматуры увеличена способом холоднойковки до определенного значения.

На конце арматуры нарезана или накатана метрическая правая, однозаходная резьба.

Арматурный конец с уже нарезанной или накатанной резьбой растягивается с фиксированным усилием для контроля параметров резьбы и снятия внутренних напряжений.





Важным обстоятельством является то, что наличие Этапа 4 делает технологию Ancon CXL уникальной по сравнению с упрощенными технологиями конкурентов, у которых этот этап отсутствует, поскольку без этого этапа невозможно гарантированно обеспечить выполнение двух из четырех изложенных в указанном выше РД ЭО 0657-2006 и обязательных для каждого соединения требований к параметрам муфтовых соединений, а именно:

- требование к деформативности соединения (остаточное удлинение после разового нагружения образца с усилием, равным $0,6 \cdot \sigma_t$, где σ_t - предел текучести арматуры) значение которого не должно превышать $0,1$ мм;
- требование к усталостной стойкости соединения ($2 \cdot 10^6$ циклов)

После завершения последнего этапа (Этап4 - Разгрузка) и успешным завершением всех процедур и проверок, которые проходят в автоматическом режиме, торец арматуры, также автоматически, маркируется ударным способом, что делает возможным и достаточным использование визуального контроля готовности арматуры к отгрузке и монтажу. Необходимо отметить, что состав требований к муфтовым соединениям для АЭС и связанных с ними сооружений в нашей стране один из самых «жестких» в мире. Наряду с требованиями, имеющимися в Великобритании (BNFL-BNF.ES.0039), этот состав требований «жестче» и шире, чем применяемые в национальных «атомных» стандартах для аналогичных объектов в США (ACI 318, ACI 133, ACI 346,3 ACI 349, ASME Section III, IBC Section 1910), Франции (NF A35-020), Германии (DIN 1045), не говоря уже о странах Юго-Восточной Азии. В этой связи опыт применения соединений конкурентов при сооружении АЭС в Юго-Восточной Азии, включая Китай и Индию, не дает этим технологиям автоматическое право применения на объектах типа АЭС на территории нашей страны без дополнительных доработок этих технологий под более жесткие российские требования. Муфтовые технологии Ancon были специально адаптированы к российской арматуре и российским требованиям и полностью им соответствуют. Возвращаясь к технологии Ancon CXL кратко затронем ее основные возможности:

1. Стандартная компоновка арматурного цеха включает в себя две технологические линии Ancon CXL, поставленные рядом, при этом станочные комплексы располагаются друг напротив друга. Подобный арматурный цех, с учетом площадей для склади-

рования подготовленной и неподготовленной арматуры, занимает 600-800 м², и обладает производительностью примерно 15000 резьб (или 7500 подготовленных соединений) в месяц при односменной 10 часовой загрузке. Оборудование может быть загружено практически круглосуточно, с краткими перерывами на регламентное обслуживание. Штат подобного арматурного цеха составляет 6--9 человек, которые прошли соответствующее обучение. Длительность обучения - 2-3 дня. По опыту работы на ЛАЭС-2 штатная производительность оборудования достигается через 3-4 недели после проведения обучения и начала работ.

2. Можно обоснованно говорить о значительном удешевлении и кратном ускорении процесса подготовки соединений арматуры в сравнении с ванношовными сварными соединениями.

В нашей стране муфтовые технологии Ancon широко применяются при сооружении АЭС (ЛАЭС-2, Балтийская АЭС), при сооружении мостов в сейсмических районах и в ряде других объектов. Эти технологии имеют значительные перспективы не только при строительстве АЭС и мостовых сооружений, но и в гидротехнических объектах. В результате совместной работы Ancon Building Products, НПО «Энергомашсервис» и ОАО «ВНИИГ им. Веденеева» для ОАО «РусГидро» было подготовлено универсальное техническое решение для строительства нового поколения плотин с переливными и лабиринтными водосливами, которые имеют значительно более эффективные экономические параметры и значительно более длительные межрегламентные сроки службы. Благодаря тому, что позиционные муфты с параллельной резьбой Ancon CXL имеют минимальные геометрические размеры по сравнению с другими типами муфт (муфты с конической резьбой, обжимные муфты и т.д.) и при этом могут быть расположены в одном сечении, было предложено техническое решение, позволяющее изготовить и равнопрочно стыковать унифицированные бетонные тонкостенные блоки, необходимые для организации профиля водослива. Эта работа открывает дополнительные значительные перспективы применения муфтовых технологий Ancon. Перед тем, как мы начнем разговор о перспективах муфтовых соединений Ancon CXL, которые связаны с их исключительными параметрами качества и, в частности, с возможностью располагать все 100% стыков в одном сечении, и которые могут быть еще более широко востребованы при сооружении реакторов нового поколения

Проекта ВВЭР-ТОИ, хотелось бы остановиться на одном из «косвенных», но очень важных преимуществ, которые дает применение этой технологии. Как указано в описании Этапа 4, на этом завершающем этапе происходит сплошной автоматический контроль обрабатываемой арматуры. Арматура в процессе снятия в внутренних напряжений растягивается с усилием, равным паспортному пределу текучести. Важно понимать, что в условиях поставки арматуры от различных поставщиков и различными партиями, в условиях ограниченного объема входного контроля, опасность поступления на стройплощадку некачественной арматуры, учитывая разброс прочностных параметров арматуры даже внутри одной партии, тем не менее остается. При использовании технологии Ancon CXL происходит автоматическое тестирование каждого арматурного стержня предназначенного для передачи в монтаж, что практически исключает возможность попадания некачественного арматурного проката на стройплощадку. При сооружении ЛАЭС-2, после нескольких случаев обрыва арматуры в ходе проведения последнего технологического этапа - разгрузки- решением Генподрядчика (ОАО «СПбАЭП») было решено сменить поставщика арматурного проката а также использовать оборудование Ancon CXL в одной из процедур входного контроля для определения качества поступающей арматуры. Теперь кратко о перспективах. Одной из востребованных, но пока не реализованной в полной мере возможностью, которую дают муфтовые технологии Ancon - является возможность создания унифицированных укрупненных арматурных модулей с высокой точностью. Надо сказать, что укрупнение как способ, методика и технология снижения сроков монтажа - широко известны повсюду в мире. Укрупненная сборка ВЗО широко используется, например, в проекте AP1000, компании «Вестингауз». Проектный срок сооружения для этого энергоблока (первый бетон - физпуск) составляет около 40 месяцев. Для того, что бы успешно конкурировать на международном энергетическом рынке, предлагаемые нашей страной проекты должны иметь аналогичные сроки сооружения. Имея совершенно конкурентоспособные проекты в смысле технической эффективности, мы тем не менее имеем ситуацию, когда наши строительные технологии значительно отстают от зарубежных в том, что касается сроков сооружения. Для ликвидации этого отставания нужны обеспечить, во-первых, более высокий уровень организации работ и взаимодействия на стройплощадке, и, во вторых - технологии, которые позволят обеспечить требуемый темп строительства.

В настоящий момент предпринимаются значительные усилия для выбора современных технологии и методов ведения строительства, которые позволят обеспечить реализацию этой задачи в рамках Проекта ВВЭР-ТОИ. Создана Рабочая Группа при ПКФ Росатом, куда входит наша организация. Изучается соответствующий международный отраслевой опыт и рассматриваются подходы, которые широко применяются при сооружении крупных объектов в других отраслях. Например в судостроении. Год назад наша организация обсудила подобную возможность со специалистами ОАО «СЕВМАШ», которые разработали предварительную технологию создания плоских и пространственных унифицированных укрупненных армокаркасов и их монтажа, а также провели оценку эффективности этой технологии. Проведенный анализ показал несомненную эффективность этой технологии, возможность значительного снижения сроков сооружения и общих трудозатрат.

Совместно с одним из Подрядчиков на ЛАЭС-2 были сделаны макеты - унифицированные пространственные объемные блоки для ВЗО реактора. Задача состояла в получении не строительного, а машиностроительного уровня унификации по размерам. Приобретенный опыт показал принципиальную возможность выполнения этой задачи и необходимость разработки полномасштабной детализированной технологии и специализированной оснастки. Сейчас это одна из ключевых задач, стоящих перед нами.

Мы обратились к судостроителям, поскольку модульное строительство - основа судостроительной технологии. Это особенно проявляется при строительстве крупных проектов таких как, например, Буровая Платформа, Подводная Лодка, Крупнотоннажное Судно. При сооружении МЛСП «Приразломная», например, которое велось на ОАО «СЕВМАШ», г. Северодвинск, исходя из ее значительных размеров

и необходимости обеспечить требуемые сроки строительства, модульность была заложена еще на этапе проектирования. Изготовление модулей происходило параллельно, они укрупнялись, насыщались оборудованием, трубопроводами, агрегатами и сетями, затем эти блоки стыковались попарно между собой и буксировались к причальной стенке, где вся платформа собиралась в единое целое, доводилась, устанавливались палубные надстройки, и платформа приобретала конечный вид. После чего она была отбуксирована в точку установки.

Таким образом, разработка детализированной технологии изготовления высокоточных арматурных модулей для укрупненной сборки ВЗО здания реактора позволит обеспечить сроки возведения ВЗО не превышающие 12 месяцев, что недостижимо при использовании традиционных технологий.



Строительная площадка ЛАЭС-2



В нашей стране муфтовые технологии Ансон широко применяются при сооружении АЭС (ЛАЭС-2, Балтийская АЭС), при сооружении мостов в сейсмических районах и в ряде других объектов.

С презентациями организаций-участников Форума можно ознакомиться скачав их по ссылке, которая указана на странице 6 текущего номера журнала.

Предложения по скоростным технологиям возведения строительных конструкций АЭС

ОАО «ВНИИГ ИМ.Б.Е.ВЕДЕНЕЕВА»

Зав.отделом «Технологии строительства и ремонта железобетонных сооружений», к.т.н. Г.З. Костыря; рук.сектора «Технологии строительства и ремонтных работ» В.В. Мякишев; рук.группы «Производства бетонных и ремонтных работ» Н.В. Тютюнщиков; рук.группы «Технология бетона и новых материалов» Бережная О.В.

В ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденева» накоплен значительный опыт по научному и инженерно-техническому сопровождению строительства атомных электростанций. Специалисты ВНИИГ участвовали в строительстве Ленинградской АЭС-1, Белоярской, Ростовской, Калининской АЭС, а также при возведении большого количества градирен ТЭЦ.

В настоящее время ВНИИГ выполняет научное и инженерно-техническое сопровождение работ по бетонированию особо ответственных сооружений Нововоронежской АЭС-2 (НВАЭС-2) и Ленинградской АЭС-2 (ЛАЭС-2).

В последнее десятилетие специалистами ВНИИГ разрабатываются и внедряются инновационные технологии по бетону и производству бетонных работ, направленные на сокращение сроков строительства и увеличение эксплуатационной надежности сооружений.

В составе этих технологий следует отметить комплекс технических решений, включающий следующее

- Применение безвибрационной укладки самоуплотняющихся бетонных смесей (с интенсивностью укладки бетонной смеси до 300 м³/час).

- Применение тяжелых радиационно-стойких бетонов на основе высокоподвижных смесей с эффектом самоуплотнения.

- Ускоренные способы подготовки строительных швов с обеспечением их герметичности и монолитности.

- Применение специальных типов опалубки, позволяющее проводить непрерывную укладку бетона в конструкции.

- Бетонирование железобетонных конструкций крупноразмерными блоками высотой до 8 м с объемом укладываемого бетона до 20 000 м³.

- Внедрение современных методов терморегулирования при твердении бетона в зимний период с применением саморегулирующихся греющих элементов.

Некоторые скоростные технологии возведения сооружений прошли про-

мышленное внедрение и имеют положительный результат.

Так, технология безвибрационной укладки самоуплотняющихся бетонных смесей была отработана при бетонировании крупноразмерных конструкций моста на о. Русский через пролив Босфор Восточный (г.Владивосток) с объемом уложенного бетона более 10 000 м³.

Эта технология применяется и при бетонировании особо сложных и ответственных конструкций и сооружений на НВАЭС-2 и ЛАЭС-2, в том числе:

- бетонирование фундаментной плиты здания турбины 10UМА;
- возведение верхнего строения фундамента турбоагрегата К-1200-6,8/50+ТЗВ-1200- 2АУЗ со сложным армированием и конфигурацией;
- внешняя и внутренняя защитные оболочки реактора (НЗО и ВЗО);
- плита герметичного объема здания реактора 10УА.



Нововоронежская АЭС-2 Бетонирование фундаментной плиты здания турбины 10UМА

Фундаментная плита высотой 3,05 м
габаритные размеры в плане 28,8 x 82,2м
Объем бетона более 6 000 м³
Интенсивность бетонирования 120÷140 м³/ч

Для перечисленных конструкций были разработаны составы бетона со свойствами самоуплотнения и технологии их бетонирования с применением самоуплотняющихся бетонных смесей (СУБС).

Разработанные технические решения позволили существенно повысить интенсивность бетонирования этих конструкций за счет сокращения количества блоков бетонирования и сократить сроки их возведения. Фундаментная плита здания турбины 10УМА и верхнее строение фундамента турбоагрегата К-1200-6,8/50+ТЗВ-1200-2АУЗ были забетонированы целиком без разделения на блоки бетонирования. Например, в конструкцию фундаментной плиты здания турбины 10УМА было уложено за один прием более 6 тыс. м³ бетона.

Перед бетонированием особо сложных и особо ответственных конструкций Ленинградской АЭС-2, например, такой, как внутренняя защитная оболочка реактора, к бетону которой предъявляются повышенные требования, в том числе по деформативным характеристикам, было выполнено бетонирование опытного блока с применением СУБ по технологии ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева».

Конструкция опытного блока представляла собой блок, армирование и конструктивные элементы (расположение металлической оболочки и каналобразователей для натяжения канатов) которого соответствовали фактическому их расположению в ВЗО. При бетонировании опытного блока отработывалась технология подачи и укладки самоуплотняющейся бетонной смеси.

Технические решения, правильность которых была подтверждена опытным бетонированием, позволили провести бетонирование тонкостенной конструкции ВЗО полным кольцом с длиной по окружности 146 м и высотой 3 м.

Для перечисленных конструкций были разработаны составы бетона со свойствами самоуплотнения и технологии их бетонирования с применением самоуплотняющихся бетонных смесей (СУБС).

Разработанные технические решения позволили существенно повысить интенсивность бетонирования этих конструкций за счет сокращения количества блоков бетонирования и сократить сроки их возведения. Фундаментная плита здания турбины 10УМА и верхнее строение фундамента турбоагрегата К-1200-6,8/50+ТЗВ-1200-2АУЗ были забетонированы целиком без разделения на блоки бетонирования. Например, в конструкцию фундаментной плиты здания турбины 10УМА было уложено за один прием более 6 тыс. м³ бетона.

Перед бетонированием особо сложных и особо ответственных конструкций Ленинградской АЭС-2, например, такой, как внутренняя защитная оболочка реактора, к бетону которой предъявляются повышенные требования, в том числе по деформативным характеристикам, было выполнено бетонирование опытного блока с приме-

нением СУБ по технологии ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева».

Конструкция опытного блока представляла собой блок, армирование и конструктивные элементы (расположение металлической оболочки и каналобразователей для натяжения канатов) которого соответствовали фактическому их расположению в ВЗО. При бетонировании опытного блока отработывалась технология подачи и укладки самоуплотняющейся бетонной смеси.

Технические решения, правильность которых была подтверждена опытным бетонированием, позволили провести бетонирование тонкостенной конструкции ВЗО полным кольцом с длиной по окружности 146 м и высотой 3 м.

Таким образом, применение самоуплотняющихся бетонов СУБ при возведении конструкций и сооружений АЭС имеет ряд преимуществ перед вибрируемыми бетонами:

- укладка бетона в конструкции без виброуплотнения (СУБС характеризуются высокой текучестью и стабильностью свойств во времени, свойствами самоуплотнения и нивелирования, заполняют все бетонированное пространство конструкции);

- поддержание высокого темпа возведения сооружений, позволяющего производить бетонирование крупногабаритными блоками с меньшим количеством строительных швов и последующих мероприятий по их подготовке и герметизации;

- возможность бетонирования конструкций сложной формы (конфигурации);

- возможность бетонирования густоармированных конструкций с малым просветом арматуры;

- заполнение труднодоступных частей конструкций с обеспечением их монолитности;

- получение бездефектной и плотной структуры лицевой поверхности бетона, что обеспечивает эксплуатационную надежность и долговечность возводимых конструкций и сооружений;

- улучшение условий труда;

- существенное снижение трудовых и энергозатрат на укладку бетона в конструкции.

В настоящее время ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева» занимается разработкой радиационно-стойких бетонов на основе высокотехнологичной особо тяжелой бетонной смеси, обладающей свойствами самоуплотнения, а также бетонов с повышенными требованиями по ползучести.

В сочетании с СУБ предлагается применять следующие технологические решения при возведении конструкций и сооружений АЭС:

1. Ускоренные способы подготовки строительных швов с обеспечением их герметичности и монолитности. Для

горизонтальных строительных швов предлагается использование технологии с применением битумной эмульсии и гранитной крошки, позволяющей существенно сократить время, затрачиваемое на подготовку строительных швов, и актуально при возведении конструкций, бетонированных высокопрочными бетонами.

Для гидроизоляции строительных швов наружных конструкций предлагается использовать технологию с применением твердой гидроизоляции. Такая технология обладает значительными преимуществами перед применением обычных технологий гидроизоляции:

- простой и быстрый монтаж – возможна установка в незатвердевший бетон; монтаж производится путем вдавливания элементов твердой гидроизоляции на глубину ~ 3 см;

- применяемое специальное покрытие элементов гидроизоляции обеспечивает надежное сцепление с затвердевшим бетоном;

- простое и надежное соединение элементов гидроизоляции с помощью скоб; при этом высокая эластичность покрытия элементов гидроизоляции препятствует появлению неплотностей в зонах соединения в результате усадки бетона;
- малые трудозатраты при монтаже элементов гидроизоляции.

2. Бетонирование стен, фундаментных плит перекрытий – в несъемной опалубке с повышенными характеристиками по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости. Эффективность таких решений – в экономии времени на монтаже опалубочных систем и увеличении рабочего пространства,

3. Применение скользящей опалубки при бетонировании конструкций с изменяемой геометрией, таких, как башенная испарительная градирня, наружная и внутренняя оболочки радиационной защиты (НЗО и ВЗО). Производственным преимуществом применения скользящей опалубки являются:

- непрерывное бетонирование с обеспечением монолитности конструкции (без образования строительных швов);

- перемещение элементов опалубки производится без использования крана, с помощью собственных подъемных механизмов;

- высокие темпы возведения конструкций до 3÷5 м/сут.

Предположительно внедрение перечисленных инновационных скоростных технологий при возведении конструкций и сооружений АЭС позволит сократить сроки строительства АЭС в 2÷3 раза.

Таким образом, применение скоростных технологий означает высокая интенсивность работ при возведении сооружений, экономное использование ресурсов и высокий уровень безопасности работ. ства бетонных и ремонтных работ.

Применение рулонной технологии армирования фундаментных плит и перекрытий АЭС

ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»

Рулонная технология армирования монолитных фундаментных плит и перекрытий является основой Технологии дискретного армирования (ТДА) и состоит из трех основных технологических процессов:

- Рулонное армирование «ВАМТЕС»;
- Механические соединения арматурных стержней (муфты);
- Пустотные элементы монолитных железобетонных перекрытий.

Целью работы является выявление экономической целесообразности внедрения Технологии дискретного армирования в проектах АЭС-2006 и ВВЭР ТОИ.

Итогом работы должна быть разработка серийных проектов АЭС и их конвейерное, поточное производство.

Технология дискретного армирования.

Технология дискретного армирования (ТДА), над которой в последние годы работает ОАО НПО ЦНИИТМАШ, в наиболее полной мере отвечает требованиям

по механизации и оптимизации строительных технологий, поставленным в рамках проектов АЭС-2006 и «ВВЭР-ТОИ».

ТДА представляет собой принципиально новую, особенно экономичную технологию проектирования, изготовления и укладки арматуры большой площади для железобетонных перекрытий и железобетонных фундаментных плит с любой опорой. Вместо обычной сетки для армирования железобетонных перекрытий или фундаментных плит используются ковры армирования ТДА. Они состоят исключительно из уложенных одноосно стальных арматурных стержней диаметром от 8 мм до 28 мм, соединенных поперечными лентами в монтажный узел. При использовании системы ковров армирования ТДА на стройплощадку доставляются полные арматурные слои в скатанном виде (рулоны), изготовленные на оборудовании в заводских условиях.

Рулонное армирование перекрытий «ВАМТЕС».

Процесс рулонного армирования фундаментных плит и перекрытий состоит из следующих этапов:

- модель здания рассчитывается методом конечных элементов в проектно-вычислительном комплексе SCAD, а результаты расчёта (изополя армирования фундаментных плит и перекрытий) экспортируются в систему интеллектуального проектирования Allplan.
- В специализированном модуле «Vamtes» системы интеллектуального проектирования Allplan формируются электронные файлы рулонов армирования, которые проектируются требуемой формы и размеров.
- По сформированным электронным файлам на специализированном оборудовании изготавливаются рулоны армирования. После чего происходит доставка на строительную площадку.

Таблица 1

Анализ материалоемкости фундаментных плит и монолитных перекрытий в проектах современных российских и зарубежных АЭС

П/п	Здание	Разработчик	Толщина плиты м.	Насыщенность плиты металлом кг/м ³	Объем материала	
					Бетон тыс. м ³	Арматура т
1	НВАЭС-2	Россия АЭП, СПб АЭП	3	136	17,4	2 370
2	EPR 1600 9Avera	Франция	6-10	173	35,4	6 130
3	EP 1000 (Westinghouse)	США	1,8 - 6,6	280	5,3	1 500
4	ECR 1000 (AECL)	Канада	1,88	233	3	700
5	Реакторное здание UJA (с применением арматурной стали А600С)	Россия ТДА ЦНИИТМАШ	3	86	12	1500

Технология дискретного армирования позволяет в 8-10 раз повысить производительность труда при монтаже арматурных каркасов и сэкономить минимум 20% металла. Ускорение монтажа связано с исключением из технологического процесса самой трудоемкой операции: ручной вязки арматурных каркасов. При этом строительство каждого энергоблока должно быть обеспечено 1-2 комплектами оборудования.

Экономия арматурной стали достигается за счет определения в железобетонных конструкциях допустимых напряжений и оптимальном распределении арматуры. Технология может использоваться и при изготовлении модульных компонентов в заводских условиях. Экономия арматурной стали достигается за счет определения в железобетонных конструкциях допустимых напряжений и оптимального распределения арматуры. Технология может использоваться и при изготовлении модульных компонентов в заводских условиях.

Механические соединения арматуры.

Возрастающие объемы монолитного строительства диктуют необходимость перехода на более надежные и экономичные технологии возведения зданий и сооружений. При проектировании и возведении монолитных зданий и сооружений возникает проблема соединения стержней арматуры, так как длина поставляемых металлургическими предприятиями стержней ограничена условиями транспортировки и не превышает 11,7 м.

Нами разработаны, сертифицированы соединения с конусной резьбой по качеству и стоимости не уступающие зарубежным аналогам. Сделаны первые поставки продукции.

Схема расположения муфт в арматурных слоях рулонного армирования, позволяет вести монтаж без дополнительного армирования при сопряжениях с вертикальными конструкциями.

Разработаны технологические приемы для совмещения рулонного армирования с ригелями, проходками, закладными.

Монолитные перекрытия с пустотными элементами.

Аналогом таких перекрытий могут быть плиты перекрытий с пустотным трубчатыми элементами в сборных железобетонных конструкциях. Кессоны закрываются бетоном со всех сторон, в том числе снизу и при монтаже размещаются между слоями армирования.

Определяются зоны наибольших напряжений вокруг вертикальных несущих элементов конструкций. В остальных участках перекрытия, где бетон не испытывает значительных напряжений, возможно размещение наших пустотных элементов.

Образовавшиеся в перекрытии пустоты экономят – до 40% бетона и снижают вес конструкции без потери ее несущей способности.

При совместном использовании всех компонентов технологии дискретного армирования, их технико-экономические преимущества усиливаются.

Создание временной инфраструктуры.

Отличия технологии дискретного армирования в том, что 95% арматуры для перекрытия изготавливается в заводских условиях, все основные процессы выполняются на станке с ЧПУ.

При анализе логистики сделан вывод о целесообразности размещения производства непосредственно на стройбазе АЭС. При применении нашей технологии необходим «теплый» цех 24х60 м. высотой 6 м., двумя кран-балками грузоподъемностью по 5 тонн.

Отличия технологии дискретного армирования в том, что 95% арматуры для перекрытия изготавливается в заводских условиях, все основные процессы выполняются на станке с ЧПУ.

При анализе логистики сделан вывод о целесообразности размещения производства непосредственно на стройбазе АЭС. При применении нашей технологии необходим «теплый» цех 24х60 м. высотой 6 м., двумя кран-балками грузоподъемностью по 5 тонн.

Технология дискретного армирования позволяет в 8-10 раз повысить производительность труда при монтаже арматурных каркасов и сэкономить минимум 20% металла. Ускорение монтажа связано с исключением из технологического процесса самой трудоемкой операции: ручной вязки арматурных каркасов.

При этом строительство каждого энергоблока должно быть обеспечено 1-2 комплектами оборудования.

Выводы и заключение

1. В работе проанализированы следующие здания: УЖА-здание реактора (предварительный анализ); УУВ-санитарно-бытовой корпус; УКС-здание переработки и хранения радиоактивных отходов; УМА-здание турбины; (фундаментные плиты и по 1 перекрытию); УВА-здание электрооборудования нормальной эксплуатации (2 перекрытия и поктие); УКС-вспомогательное реакторное здание (1 перекрытие)

2. Материалоемкость железобетонных монолитных конструкций разных проектов значительно различаются, это связано с разным подходом проектировщиков к конструктивным решениям и требованиям безопасности.

3. С применением технологии дискретного армирования возможно снижение объема арматуры более 20 % при сохранении прочностных характери-

стик конструкций.

4. В фундаментных плитах можно монтировать методом рулонного армирования ~ 40 - 60% арматурных стержней. В перекрытиях 60 – 90%.

5. Обобщенная оценка экономии составляет 120-190 млн. рублей за один месяц досрочного пуска АЭС в эксплуатацию.

6. Сокращение срока строительства: 3 – 4 месяца в результате использования технологии рулонного армирования общая экономия оценена в пределах 360 – 760 млн. рублей, только при строительстве реакторного здания. Соответственно, гораздо большую сумму получим при максимальном распространении технологии в пределах конструктивных возможностей на другие здания.

7. Применение технологии дискретного армирования позволит достичь сопоставимой конкурентоспособности в части железобетонных конструкций с проектом EP 1000 (Westinghouse), при сохранении требований безопасности.

10. Из известных нам источников, технология рулонного армирования ВAMTEC и пустотные элементы ранее в строительстве АЭС не применялись и вполне могут считаться инновационными.

Авторы:

Сюткин Ю.А.

Лукашенко А.А.

Чумаченко Т.Г.

Манченко Д.В.

Борис А.Ю.

Сорокин А.П.

Инновационная технология стабилизации грунтов

ООО «МД Системы»

В соответствии с поручениями Президента РФ ПР-2136 от 7 декабря 2006 г. и ПР-11036 от 7 апреля 2010 г. компанией ООО «МД Системы» (Москва) началось внедрение инновационной технологии стабилизации грунтов с использованием полифилизаторов.

Областями применения полифилизаторов являются строительство и ремонт:

- автомобильных дорог 1-5 категорий;
- временных технологических и вспомогательных дорог, в том числе для провоза тяжеловесных грузов;
- площадок для производства строительных работ, организации парковок техники, устройства крановых путей, складских терминалов, в том числе для хранения тяжеловесных грузов, возведения временных строений
- сооружении сложных инженерных объектов;
- земляного полотна железных дорог;
- портовых терминалов и складских торговых центров итд.

Чаще всего, как и 30-40 лет назад, для строительства дорог и площадок используют асфальто-бетонное покрытие на щебеночном основании, в котором затем надо без конца заделывать дыры и выбоины. Швейцарские и российские ученые разработали процесс стабилизации естественных грунтов, названный химической полифилизацией™, который основан на копировании природных явлений. Стабилизированный грунт теряет способность набирать воду и уплотняется, так что можно обходиться без укладки щебеночного основания. Срок службы таких дорог от 15 до 20 лет без капитального ремонта. Причем технология эта низкостратная. Ее можно использовать и при сооружении аэродромов, и при устройстве придомовых территорий. Любой грунт, встречающийся на нашей планете, обладает способностью снова превратиться в камень. Для этого необходимо длительное время и высокое давление. Однако, процесс «окаменения» можно ускорить путем добавления катализаторов. Полифилизаторы™ не воздействуют на грунт как сцепляющий материал или как окислитель, они уско-

ряют естественный процесс окаменения всех видов грунтов и качественно меняют их свойства.

Полифилизаторы™ система двухкомпонентная. Это сочетание ПГСЖ 1 (Полифилизатор™ грунтовый стабилизирующий жидкий 1) и ПГСП 3 (Полифилизатор грунтовый стабилизирующий порошковый 3), либо сочетание ПГСЖ 1 (Полифилизатор™ грунтовый стабилизирующий жидкий 1) и ПГСБ 2 (Полифилизатор™ грунтовый стабилизирующий битумосодержащий 2). Оба полифилизатора™ вносятся в грунт, и затем обработанный грунт тщательно уплотняется. Идеальное соотношение состава грунта для достижения максимального уплотнения и прочности при стабилизации грунтов: 1/3 каменных (щебня, гравия, осколков гранита); 1/3 песчаных (включая использование песков пылеватых); 1/3 глинистых.

На сегодняшний день известно несколько принципиальных технологий стабилизации грунтов. Первые основаны на применении вяжущих и/или склеивающих материалов. В этих технологиях используются материалы, связывающие частицы грунта (например цемент, известь, битумы, полимеры, смолы). Всем им требуется строго нормированное, соответствующее свойствам обрабатываемого грунта, количества вяжущего. Вторые основаны на применении химических реагентов. В этих технологиях используют вещества, которые изменяют свойства грунта, вступая в химическую реакцию с его компонентами. Третьи - это комбинированные системы, использующие и вяжущие и химию. Учитывая неоднородность грунтов, даже в пределах одного строительного участка, все вышеупомянутые технологии имеют явные недостатки.

Преимущества использования полифилизаторов™

- Снижение стоимости строительства автодорог различных категорий на 25-30%.
- Ускорение сроков строительства в 5-7 раз.

- Продление сроков службы объектов без капитального ремонта (св. 10-15 лет).

- Незамедлительное использование строящихся объектов для движения автотранспорта после необходимого по технологии уплотнения грунта тяжёлым вибронакатком.

- Ускорение процесса превращения грунта в камень каталитическими реакциями, за счёт активизации практически любого типа грунта полифилизаторами™, а также вовлечение грунта в процесс изменения его свойств.

- Решение вопросов использования местных грунтов вместо дорогих и дефицитных привозных материалов (песок, гравий и щебень).

- Использование сочетания полифилизаторов™ для достижения искомой степени стабилизации грунта при определении требуемых параметров на стадии обработки образцов грунта в лабораторных условиях.

- Возможность использования пылеватых и глинистых грунтов для стабильных слоев.

- Возможность смешивания полифилизаторов™ и подготовки грунта в стационарных условиях с последующим вывозом на объект строительства.

- Необратимый эффект увеличения плотности обработанного грунта, который ведёт к постоянному увеличению плотности и снижению набухаемости и пучинистости.

- Уменьшение водонасыщения обработанного грунта вплоть до полной водонепроницаемости, которое ведет к увеличению допустимых нагрузок.

- В связи с практически постоянным влагосодержанием обработанного грунта допустимая прочность конструктивных слоев может сохраняться во влажные периоды года.

- В связи с тем, что обработанный грунт становится «мостом» дороги, слой износа может быть сокращен до 4-6 см асфальтобетона.

Технологическая карта проведения работ по стабилизации грунта полифилизаторами



Пройти навесным кирковщиком на глубину 40 см



Пройти навесной камнедробилкой на глубину 40 см и переработать старый слой щебня во фракцию щебня 0-15 мм для последующей стабилизации.



Внести полифилизатор «ПГСЖ 1» на глубину 40 см.



Перемешать полифилизатор «ПГСЖ 1» ресайклером (фрезой) GM 250 на глубину 40 см.



Внести в грунт воду, доведя до оптимальной влажности (около 17-18%)



Внести полифилизатор «ПГСП 3» (60 % расчетного количества) на глубину 40 см



Перемешать внесенные полифилизаторы на глубину 40 см



Уплотнить стабилизируемый грунт 16-и тонными кулачковыми виброкатками



Внести полифилизатор «ПГСП 3» (40 % расчетного количества) на глубину 15 см



Перемешать внесенные полифилизаторы на глубину 15 см



Окончательно уплотнить полученный слой кулачковыми и затем гладковальцовыми катками



Придать грейдером окончательный профиль



Разлить битумную эмульсию и уложить, асфальтобетон



Уплотнить и выровнять асфальтобетон. Подготовить полотно для нанесения дорожной разметки

Квантовый скачок конструкционных материалов в атомное строительство

Донцов В.К., Исполнительный директор Ассоциации «Союзэлектромонтаж»

Аладын А.В. к.т.н., ген. директор ООО «НПП ЭЛСТИН-С», технический директор технопарка «Электросталь»

Борисенко Н.И. к.т.н., Руководитель лаборатории М-30

АЭС - один из самых технически и технологически сложных энергетических комплексов. Поэтому при строительстве и эксплуатации АЭС используются результаты самых последних достижений науки, техники и организации производства. Одним из таких достижений, перспективным для применения в атомной отрасли, является на наш взгляд, открытие и разработка сплавов с уникальным свойством - эффектом памяти формы (ЭПФ). В последнее время их часто относят к разряду «интеллектуальных» материалов.

Исследованиями последних десятилетий установлено, что существует обширный класс материалов (сплавы на основе никелида титана TiNi, латуни и бронзы сложного состава и др.). У этих сплавов, в частности, наблюдается полная или частичная обратимость неупругой деформации, называемая эффектом памяти формы.

В основе ЭПФ большинства сплавов лежат так называемые термоупругие мартенситные превращения (ТУМП). Теория мартенситных превращений основывается на фундаментальных представлениях о закономерном характере перестройки кристаллической решетки и когерентности сосуществующих фаз аустенита (А) и мартенсита (М).

В начале 60-х годов в Лаборатории ВМФ США (US NOL) в результате поисков материала, который был бы прочным, относительно легким и при этом мог бы работать в агрессивных средах, было создано интерметаллическое соединение (сплав) никеля с титаном. В процессе обработки этот сплав неожиданно проявил свойство, о существовании которого исследователи даже и не подозревали - предварительно деформированный образец при нагреве «вспоминал» свою первоначальную форму. Открытие в «рядовом» сплаве уникального свойства (которому именно тогда и дали название «эффект памяти») восприняли как сенсацию.

Среди материалов с памятью формы наиболее известен для техники и различных отраслей промышленности нитинол.

Этому способствует как его отличная память, так и целый комплекс других полезных свойств - высокая коррозионная стойкость, значительная прочность, технологичность, хорошее поглощение шума и вибрации. Нитинол, в частности, применяют как немагнитный высокодемпфирующий материал во многих ответственных конструкциях - в автоматических прерывателях тока, запоминающих устройствах, в деталях ЭВМ, в температурно-чувствительных датчиках и др. Сегодня обозначились области, где применение сплавов с памятью наиболее перспективно.

1. Прежде всего это энергетика. С их помощью создаются тепловые двигатели, использующие низкотемпературные источники тепла. Такое тепло, как правило, сегодня «пропадает» (солнечная энергия, геотермальные источники и тепловые отходы электростанций и др.).

2. Герметизация и соединение различных деталей. В частности, применяют муфты из нитинола для соединения трубопроводов или строительной арматуры. Из сплава делают втулку, внутренний диаметр которой чуть меньше наружного диаметра трубопровода или арматуры, охлаждают ее и раздают по диаметру так, чтобы свободно надеть на концы трубопровода или арматуры. Затем втулку нагревают, и она восстанавливает (вспоминает) свой первоначальный размер, плотно обжимает трубопровод или арматуру и тем самым осуществляет герметичное соединение.

О высокой надежности такого соединения свидетельствует, например, следующий факт. Более 100 тысяч муфт из нитинола было установлено на истребителях F-14 (США) - и ни единого случая разрушения соединений или поломки при эксплуатации.

3. Герметизация корпусов радиотехнических приборов, применение в качестве рабочих элементов различных термочувствительных, сигнальных и

исполнительных устройств и механизмов.

4. Саморазвертывающиеся устройства для космической техники. Например, антенны, сделанные из нитинола.

5. Разрабатываются методы лечения сколиоза (деформации позвоночника) с помощью стержня из нитинола.

- Материалы с памятью формы

- могут проявлять сверхпластичность с гистерезисным запаздыванием (значительные деформации, когда мартенситное превращение вызывается приложением внешней нагрузки, а не охлаждением, что используется при создании пружинных амортизаторов, аккумуляторов механической энергии);

- имеют высокую циклическую прочность (не происходит накопление дефектов структуры);

- имеют высокую способность рассеивать механическую энергию (при мартенситных превращениях перестройка кристаллической решетки сопровождается выделением или поглощением тепла, если внешняя нагрузка вызывает мартенситное превращение, то механическая энергия переходит в тепловую; при эффектах памяти наблюдается и процесс превращения тепла в работу).

Изменение формы (при периодическом изменении температуры) металлов с памятью сопровождается проявлением мощных межатомных сил. Давление при расширении материалов такого типа достигает 7 т/см². В зависимости от вида материала изделия различного размера и конфигурациигибаются, расширяются, извиваются (форму можно программировать). Методом порошковой металлургии получены (Fukuda Metal Co.) сплавы системы Cu-Zn-Al с эффектом памяти формы спеканием (700 МПа, 900 °С, 0,1 %масс. фторида алюминия порошков сплавов Cu-Zn (70:30), Cu-Al (50:50) и меди (размер зерен 20-100 мкм). Сплав восстанавливает форму после растяжения на 10%.

Разработаны нитиноловые сплавы, которые «помнят» одновременно форму изделий, соответствующих высоким и низким температурам.

Токопроводящие волокна, сформированные из филаментов диаметром 50 мкм сплавов с наночастицами титана и никеля, изменяют длину на 12–13% в течение 5 млн итераций и используются в искусственных мышцах. Наномускул развивает мощность в тысячу раз больше, чем человеческие мышцы и в 4000 раз больше, чем электродвигатель, при скорости срабатывания 0,1 секунды с плавным переходом из одного состояния в другое с заданной скоростью (микропроцессорное управление).

Разработаны материалы с магнитомеханической памятью (магнитоупругий мартенситный переход стимулируется магнитным полем непосредственно или в сочетании с температурой и нагрузкой) и электромеханической памятью (мартенситное превращение сопровождается качественным изменением свойств, переходы проводник–полупроводник, парамагнетик–ферромагнетик), что перспективно для создания актюаторов радиотехнического назначения для снижения радиолокационной заметности объектов.

- Сплавы «с памятью» открывают новые возможности в деле непосредственного преобразования тепловой энергии в механическую. На этом принципе можно делать двигатели нового типа, использующие даровую энергию Солнца.

Перспективы для сплавов «с памятью» самые заманчивые - тепловая автоматика, быстродействующие датчики, термоупругие элементы, реле, приборы контроля, тепловые домкраты, напряженный железобетон и многое другое.

В конце 80-х в начале 90-х годов были проведены успешные работы по разработке технологии и внедрению термомеханического соединения (ТМС) импульсных трубопроводов АСУ ТП на Хмельницкой и Южно-Украинской АЭС муфтами из сплавов с эффектом памяти формы (нитинола).

Кроме того, с применением нитинола, коллективом авторов в составе Аладын А.В., Донцов В.К., Хасьянов У., Шишкин С.В., Логинов В.Т., Сисев А.А. и др., были разработаны:

Тепловое силовое устройство (А.с. №1750961).

Устройство для соединения трубопроводов (А.с. №1734448).

Устройство для соединения трубопроводов (А.с. №1700327).

Устройство для устранения течи в трубопроводе (Патент № 2041416).

Устройство для разрушения монолитных объектов (А.с. №1765393).

Также были подготовлены материалы в

форме отчета по использованию сплавов с памятью формы по применению различных вариантов конструкций уплотнительных устройств в атомной, химической, энергетической и других отраслях машиностроительного комплекса; проведены варианты исследования использования сплавов с памятью в прессовом оборудовании.

К преимуществам разработанных творческим коллективом авторов термомеханических соединений относятся:

- они успешно заменяют сварку, пайку, склеивание, горячую штамповку и другие способы соединения;

- обеспечивают надежность, долговечность и экономичность соединений;

- материал ТМС стоек к коррозии в различных средах и климатических условиях, химически совместим практически со всеми материалами, вибро- и радиационностоек, имеет высокую механическую прочность;

- ТМС обеспечивает большие допустимые сборочные допуски, позволяет получать соединения практически для любых материалов: титановых, алюминиевых, железоникелевых сплавов, нержавеющей и конструкционных сталей, композиционных материалов различных толщин и диаметров труб и арматуры;

- ТМС упрощают сборку, сокращают сроки монтажа, при этом улучшают качество соединений и предотвращают загрязнение внутренней поверхности труб;

- ТМС возможно в местах с ограниченным доступом без применения теплового воздействия, а также кручения, высадки и механической обработки, что также важно при их использовании в чрезвычайных ситуациях;

- ТМС не требует дорогостоящего инструмента и использования высококвалифицированных рабочих.

Разработки по использованию сплавов с ЭПФ проводятся на ряде отечественных предприятий и в ряде институтов, в частности в Электростальском политехническом институте (ЭПИ) Научно-исследовательского технологического университета (НИТУ) МИСиС в одной из лабораторий в составе Инновационного центра ЭПИ под руководством кандидата технических наук Борисенко Н.И. Лаборатория оснащена необходимым оборудованием для разработки и испытания опытных образцов соединительных муфт для

соединения, например, стыков импульсных трубопроводов АСУТП, СРК и технологического проботоора, а также для соединения строительной арматуры. При достижении положительных результатов испытаний образцов, на металлургическом заводе «Электросталь» возможно изготовление серийных партий изделий ТМС. Данный завод имеет опыт производства сплавов с памятью с 80 ÷ 90гг.

СРО «Союзатомстрой», при поддержке ГК «Росатом» и с участием творческого коллектива, включая специалистов ЦНИИТМАШ и предприятий, заинтересованных в использовании изделий из сплавов с ЭПФ, в силах и готов возглавить данное многообещающее направление работ по разработке, производству и использованию сплавов с памятью в атомной отрасли.

Для обоснования целесообразности инвестиций в данное направление следует провести НИОКР с предварительными лабораторными испытаниями выбранных материалов с памятью и с проведением патентных исследований. Вторым этапом и организовать опытно-промышленное производство ТМС по согласованному бизнес-плану.

Материалы с памятью формы открывают широкий простор для инноваций, связанных с конструированием всевозможных изделий, устройств, деталей, приборов, механизмов для всех отраслей народного хозяйства, включая ОИАЭ.

Строительные применения композитных материалов

ЗАО ХК «Композит»

Холдинговая компания «Композит» в сотрудничестве с Госкорпорацией «Росатом» реализует большую программу НИОКР. В числе приоритетных направлений - применение композиционных материалов для строительства атомных станций нового поколения, а также реконструкции существующих инженерных объектов «Росатома».

Директор по развитию бизнеса холдинга «Композит» Михаил Столяров рассказал, что в проекте предусмотрена разработка десяти стратегических направлений использования продуктов из полимерных композиционных материалов в атомной отрасли. Среди них исследование и обоснование возможности применения: ПАН и углеволоконной фибры, углеволоконных канатов, композиционной арматуры в строительных конструкциях и сооружениях, композиционно-конструкционного строительного сортамента для зданий и сооружений, импульсных технологий производства бетонов с ПАН и углеволоконными компонентами, трубопроводов, опор, колонн и др.

Впрочем, в данный момент в приоритете пять тем - это Система внешнего армирования, углеродными лентами для усиления зданий и сооружения, композитный конструкционный профиль, композитная арматура и два вида фибробетонов - тяжелый и фиброторкретбетон. Все эти продукты будут востребованы в строительстве атомных станций нового поколения, а так же при ремонте и усилении конструкций существующих зданий и сооружений «Росатома».

Итак, фибробетоны - это бетоны, армированные полиакрилатринитрильной (ПАН) и углеродной фиброй. Как рассказал Михаил Столяров, в рамках разработки этого направления налажен опытно-промышленный выпуск ПАН и углеродной фибры для бетонов. «В лабораториях ведущих строительных институтов России были проведены испытания по подбору необходимых агретов, оптимальной обработке фибры, ее размерности. Мы также определили методы замеса фибры в бетонах и оптимальные рецептуры фибры в соотношении с песком, цементом, щебнем и т.д.», - перечислил основные этапы работы Михаил Столяров. Другой немаловажный момент: разработка технологии резки фибры и ее упаковки.

По словам директора по развитию бизнеса, специалисты холдинга «Композит»

остались довольны результатами, проведенных исследований: «Нам удалось до 60 процентов увеличить прочность бетона на сжатие до 130 процентов - на расторжение при изгибе, до 200 процентов - на ударную прочность, так же повышается износостойкость, водонепроницаемость». В ближайшее время будут проведены эксперименты, связанные с формированием типовых конструкций фибробетонной опалубки. Также будет создана технологическая карта использования данного продукта при строительстве атомных станций. Другой аспект - разработка расчетной нормативной документации, технических условий и методик контроля качества.

Второе направление импульсных фибробетоны. «Эта тема неотделима от первой. В ней речь идет о разработке фиброторкретобетона. Здесь помимо испытаний по определению оптимальных рецептур, типоразмеров фибры и агретов особое внимание уделяется технологии торкретирования», - рассказал Столяров. «Нами разрабатываются технические карты, идет работа над выпуском опытных партий армированных бетонов, созданием нормативно-правовой базы и отраслевого стандарта. Наша задача обеспечить возможности эффективного использования фиброармированного торкретбетона при ремонте сооружений и конструкций в системе «Росатома», - отметил Столяров.

Следующая тема - композиционная арматура. «Мы изучили всю доступную арматуру на мировом рынке, разработали методики испытаний композитной арматуры, провели эксперименты по определению ее реальных физико-механических характеристик, качества пропитки и сцепления арматуры с бетоном. На данный момент проводятся длительные испытания наилучших композитных стержней на старение, усталостную прочность, ползучесть. Планируются испытания бетонных конструкций, армированных композитной арматурой, в том числе и на пожарную безопасность.», - сообщил Столяров. Параллельно ведется разработка нормативной документации: методик расчета и проектирования, конструктивных требований, технологии армирования бетонных конструкций, контроля качества вы-

полнения работ по армированию, а так же налаживается опытное производство арматуры

Особенно актуально использование композитной арматуры в коррозионных и химически агрессивных средах. Основные области применения: различные гидротехнические сооружения на АЭС, градирни, насосные и гидротехнические сооружения на площади забора воды.

Четвертое направление - разработка композитного конструкционного профиля - сортамента. «Мы разработали требования к изделиям в зависимости от условий эксплуатации, изучили типовые схемы нагружения, подобрали типовые виды соединений профиля, материалы для их изготовления. Сейчас мы завершаем разработку конструкторской документации оснстки для производства необходимых типов профилей, определили их непосредственное применение на объектах атомной энергетики.

Области применения композитного профиля обширны. Они обеспечивают коррозионную устойчивость, прочность, малый вес, низкую электропроводимость, электромагнитную прозрачность, низкую теплопроводность, эстетичный вид, повышение травмобезопасности из-за отсутствия скольжения, простоту и скорость монтажа, экономичность эксплуатации. В процессе исследований по данному направлению неоднократно затрагивалась тема применения композитных профилей в конструкциях электростанций и в частности градирен атомных электростанций.

Развитие атомной энергетики в России выдвигает новые требования к сроку службы сооружений АЭС. Башенные испарительные градирни являются, на сегодняшний день, неотъемлемыми атрибутами практически всех строящихся АЭС. При этом, в силу специфики их работы, эти сооружения как никакие другие на площадке АЭС подвержены агрессивному воздействию оборотной воды в условиях работы градирни при 100% влажности. Все конструктивные элементы градирен имеют антикоррозионную защиту, однако, как показывает опыт эксплуатации градирен, для обеспечения срока службы сооружения 50-60 лет, антикоррозионные мероприятия надо проводить регулярно, что связано со значительными эксплуатационными расходами.

Кроме того, ремонт металлоконструкций градирен зачастую требует проведения сварочных работ, что является существенным пожароопасным фактором, поскольку конструкция вытяжной башни градирни в сочетании с пластмассовыми блоками технологического оборудования создает идеальные условия для возникновения и быстрого распространения пожара в градирне. Подавляющее большинство пожаров на градирнях произошло именно во время проведения ремонтных сварочных работ, либо во время проведения сварочных работ при строительстве градирни.

Анализ результатов исследований, а также опыта проектирования и внедрения пластиков при строительстве и реконструкции градирен показал, что композитные материалы в связи с их специфическими свойствами - малой плотностью, коррозионной стойкостью, высокой удельной прочностью и эластичностью открывают большие возможности для создания новых высокоэффективных конструкций и отдельных элементов градирен. Композитные материалы могут с успехом использоваться во многих конструктивных и технологических элементах градирен: для вытяжной башни в качестве обшивки, для лестниц и площадок, для ходовых мостков, разделительных и ветровых перегородок; для трубопроводов водораспределительной системы; для выполнения защитного экрана железобетонной оболочки вытяжных башен.

Планируем, завершить разработку всей документации в ближайшее время, изготовить пробную партию профилей различных видов и провести ее испытания», - рассказал Михаил Столяров. Еще одно перспективное направление Системы внешнего армирования углеродными лентами. Технология предназначена для ремонта и усиления строительных конструкций с целью устранения последствий разрушения бетона и коррозии арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред в процессе эксплуатации сооружений.

На стадии строительства и эксплуатации Система внешнего армирования позволяет решить следующие задачи: устранить ошибки проектирования или исполнения работ, увеличить несущую способность конструкций при увеличении расчетных нагрузок, а также устранить последствия повреждения несущих конструкций возникшие в ходе эксплуатации.

«Мы провели множество поисковых работ, обосновали эффективность применения технологии на конкретных конструкциях атомной отрасли, проанализировали долгосрочный опыт эксплуатации объектов, которые достаточно давно были усилены с помощью СВА и продемонстрировали долговечность этой технологии, провели

большие поисковые работы по подбору оптимального связующего», - перечислил перечень выполненных работ Михаил Столяров. По его словам, одно из главных достижений - создание связующего FibARM Resin 230 для пропитки Систем внешнего армирования FibARM. Связующее двухкомпонентное - вес одного комплекта составляет 19,3 кг. Компонент А представляет собой тиксотропную смесь эпоксидных смол, активных разбавителей, наполнителей, пигментов и целевых добавок, Компонент Б является алифатическим отвердителем, содержащим наполнитель и добавки. Данный состав обладает высокими физико-механическими характеристиками, высокой адгезией к различным поверхностям: бетонным, металлическим, деревянным, кирпичным. Помимо этого он удобен для пропитки тканей вручную, подходит для тканей любой плотности и не требует отдельных грунтовочных составов.

Состав FibARM Resin 230 производится по ТУ 2257-012-61664530-2012. Продукт успешно прошел все необходимые испытания и имеет сертификаты: сертификат соответствия требованиям ТУ 2257-012-61664530-2012 (№ РОСС RU.ХП28.Н02359 от 16.04.2012), Сертификат соответствия технического регламента о требованиях пожарной безопасности (С-РУ.ПБ41.В.00769 от 22.08.2011), группа горючести - Г1 (слабогорючие), группа воспламеняемости - В1 (трудновоспламеняемые), группа токсичности продуктов горения - Т1 (малоопасные), дымообразующая способность - Д1 (с малой дымообразующей способностью), группа распространения пламени по поверхности - РП1 (нераспространяющие), санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии требованиям по одориметрическим и санитарно-химическим показателям (№ 04Э.0512.616 от 25.05.2012).

По инициативе холдинга «Композит» также было разработано новое приложение «Усиление композиционными материалами» к известному строительному программному комплексу. Программа позволяет проводить расчеты конструкций, усиленных Системой внешнего армирования на основе углеродного волокна. При содействии холдинга «Композит» компания «ЛИРА САПР» выпустила новую версию ПК ЭСПРИ 3.0 (Электронный Справочник Инженера). В состав этого программного комплекса входит раздел «Железобетонные конструкции», в котором появилась новая программа «Усиление композитными материалами».

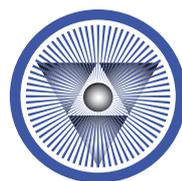
Программа предназначена для провер-

ки прямоугольных, тавровых и двутавровых сечений железобетонных элементов, усиленных фиброармированными пластиками (ФАП). Проверка выполняется по предельным состояниям первой и второй групп. В программе реализованы положения «Руководства по усилению железобетонных конструкций композитными материалами» и СП 52-101-2003. Библиотека композитных материалов расширена материалами, производимыми Холдинговой компанией «Композит». В программе «Усиление композитными материалами» заложены расчетные модели с применением углеродных тканей марки FibARM.

В конце июня по заказу Холдинговой компании «Композит» на территории испытательного полигона ОАО «26 ЦНИИ» на границе России и Финляндии состоялся первый этап испытаний на сейсмическую устойчивость двух фрагментов железобетонных зданий. Второй этап испытаний на сейсмическую устойчивость фрагментов зданий из кирпича состоится через месяц. В ходе первого этапа один из образцов был усилен Системой внешнего армирования. Организацией сейсмических испытаний занимался головной институт МЧС - ВНИИ ГОЧС. Сейсмостенд ВСС-300, единственный в России. Он способен воспроизводить сейсмические нагрузки до 10 баллов по шкале MSK. На фрагментах зданий было установлено 68 датчиков. Они фиксировали перемещения и деформации строительных конструкций в результате искусственного землетрясения силой от 3 до 9,5 баллов по шкале MSK.

При воздействии силы толчков в 6 баллов в фрагменте здания, не усиленного углеродным волокном, начали разрушаться колонны, образовались продольные трещины вдоль сжатой арматуры. У опоры одной из колонн появилась поперечная трещина. Также произошло смещение плит перекрытия относительно друг друга и ригеля. Как только сила толчков достигла 9,5 баллов - не усиленная конструкция разрушилась. В то время как усиленный образец после всех 20 динамических воздействий не получил каких-либо дефектов и поврежденный колонн, ригелей и плит перекрытия. Научно-исследовательские изыскания холдинга «Композит» лишний раз подтвердили преимущества инновационных композитных материалов на основе углеродного волокна, которые превосходят аналоги из стали и металлов. Уникальное сочетание свойств композитов позволяет выполнять задачи, которые невозможно было решить раньше, и достигая при этом блестящих результатов.

№5(11) июль-август 2012



АТОМНОЕ **строительство**