

КОНКУРС  
«АТОМПРЕССЫ»

## 65 СЛАВНЫХ ЛЕТ

# ТАЙНЫ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА ПОМОГЛА РАСКРЫТЬ «ГИРЛЯНДА»

Для обоснования элементной базы реакторов типа ВВЭР, БН, РБМК и корабельных реакторов в системе Министерства среднего машиностроения (МСМ) в 50–60-е годы была создана большая экспериментальная база, включавшая исследовательские реакторы, «горячие» лаборатории, защитные камеры, стенды-прототипы и т.д. Особое место было отведено Научно-исследовательскому институту атомных реакторов с его реакторами СМ-2 и МИР, где были пущены петлевые установки с параметрами, близкими к соответствующим теплофизическим параметрам работы реакторов АЭС и реакторов транспортных установок.

В 1966 году в институте начата эксплуатация водяной высокотемпературной петли с двумя каналами на реакторе СМ-2 и двух петель с четырьмя каналами на реакторе МИР. В 1964 году была пущена в эксплуатацию крупнейшая в Европе «горячая» материаловедческая лаборатория, в защитных камерах которой начаты исследования топлива атомного ледокола «Ленин» и реакторов первого поколения кораблей ВМФ. В дальнейшем экспериментальная база НИИАР расширялась за счет сооружения новых петлевых установок и облучательных устройств и создания крупнейшего в России комплекса неразрушающих исследований полномасштабных топливных сборок и органов регулирования.

С 1963 года и по настоящее время экспериментальная база НИИАР, являющаяся одной из самых крупных в мире, используется в первую очередь для обоснования элементной базы реакторов типа ВВЭР и реакторов ППУ атомных судов по многим направлениям. Однако основным из них является поиск радиационно стойких делящихся, оболочечных и поглощающих материалов.

Здесь следует отметить, что к середине 60-х годов радиационные и ресурсные характеристики этих материалов оставляли желать лучшего. Например, в активных зонах реакторов типа ВВЭР удельная энерговыработка не превышала 30 МВт·сут./т $^{235}\text{UO}_2$ , а кампании активных зон реакторов атомных ледоколов составляла всего 2–3 года. Кроме того, в упомянутых активных зонах при их эксплуатации имели место случаи разгерметизации оболочек, что создавало радиационную обстановку, сложную или даже неприемлемую для эксплуатационного персонала.

Создавшееся к середине 60-х годов положение в этой области как по энергоэффективности, так и радиационным нагрузкам вызывало большую озабоченность научного руководителя проблемы акад. А.П. Александрова, научного руководителя разработок топлива и топливных сборок, акад. А.А. Бочвара, научного руководителя разработок стержней регулирования, С.И. Кузнецова, а также высшего руководства Минсредмаша. Сложность того периода заключалась также в том, что среди технологов, конструкторов, материаловедов, испытателей и эксплуатационного персонала не было единого мнения о причинах разгерметизации оболочек твэлов и пэлов как на стадии изготовления, так и на всех других этапах жизни топливных сборок и органов регулирования. Практически ежемесячно в ИАЭ,

ОКБМ, ВНИИНМ, НИКИЭТ, ФЭИ, МЗП и НИИАР проводились обсуждения сложившейся критической ситуации. Требовалось кардинальное и быстрое решение вопросов повышения радиационной стойкости и ресурсных характеристик твэлов, пэлов и топливных сборок вышеназванных активных зон.

Многообразие процессов, происходящих внутри твэла, в стержнях регулирования, топливных сборках и первом контуре реактора, затрудняло выявление и понимание причин разгерметизации оболочек. Отсюда возникли необходимость и желание провести в кратчайшие сроки широкий круг исследований новых оболочечных материалов, новых видов топлива, новых видов поглощающих материалов. Однако эти намерения сдерживали несколько обстоятельств.

Во-первых, при изготовлении петлевых сборок и их физмакетов возникали немалые экономические и организационные трудности. Во-вторых, экспериментальные возможности петлевых реакторов МР и МИР, к сожалению, не позволяли быстро решить эту проблему, поскольку время испытаний для конкретной сборки составляло 3–4 года в целях набора соответствующего выгорания и флюенса. Эти обстоятельства приводили к тому, что обоснование одного из видов новых оболочечных, топливных и поглощающих материалов и композиций занимало большой срок – 5–7 лет. Чтобы выполнить весь намеченный комплекс поисковых работ, потребовались бы большие финансовые ресурсы и большие сроки (20–25 лет).

Ускоренное решение этой проблемы стало возможным в первую очередь с созданием разборных облучательных устройств (РОУ) с рабочим названием «Гирлянда». Принцип разборности был взят за основу именно потому, что не существовало единого мнения о причинах разгерметизации. Надо было создать такую конструкцию облучательного устройства, которая позволяла бы одновременно проводить сравнительные реакторные испытания большого числа или твэлов, или пэлов. Кроме того, разборность «Гирлянды» позволяла снизить влияние человеческого фактора.

Принцип разборности надо было совместить с возможностью работы с РОУ в бассейне и защитной камере реактора МИР в сложных радиационных условиях. Авторам РОУ пришлось долго и крепко помучиться над конструкторскими и технологическими решениями, работая с макетами в бассейне и камере. После многомесячных усилий конструкция была создана.



Е. Ключков, г.н.с. НИИАР, в 1966–1980 гг. начальник лаборатории петлевых испытаний, заслуженный изобретатель России, ветеран отрасли

В ее основу вошли оригинальные идеи и конструкторские решения, предложенные коллективом под руководством акад. А.Г. Самойлова, сотрудниками ВНИИНМ – В.П. Костомаровым, Е.В. Коршуновым, А.П. Симоновым, и сотрудниками НИИАР – Е.П. Ключковым, Ю.И. Цветковым и В.А. Овчинниковым, который придал современный облик изделию «Гирлянда». Конструкция устройства была защищена тремя авторскими свидетельствами СССР на изобретение. Предварительно макет РОУ «Гирлянда» был всесторонне исследован в защитных камерах реактора МИР, после чего продемонстрирован директору ВНИИНМ академику А.А. Бочвару, и с его одобрения начато изготовление коротких твэлов для этого устройства. Номенклатура первых твэлов составлялась с учетом упомянутого человеческого фактора. Четвертого июня 1974 года первые 4 блока были загружены в реактор МИР. В состав этих блоков были включены макеты укороченных твэлов с оболочками из сталей, сплавов и других перспективных материалов.

Главное достоинство устройства «Гирлянда» – возможность проведения периодической инспекции в «горячей» камере реактора и возможность замены любого твэла, пэла или блока в целом на любой стадии испытаний. В каждый блок набирается по 18 элементов типа В-1000 или других. По сравнению с неразборными устройствами изделие «Гирлянда» позволяет увеличить более чем в 4 раза возможность одновременного испытания элементов различного типа, что дает большой экономический эффект. За короткий (1974–1978 гг.) срок было испытано более 1500 (!!!) твэлов почти 200 модификаций, различающихся конструктивно, а также материалами топлива и оболочек.

В 1974–1978 гг. испытаны сборки с перспективными циркониевыми оболочками из 635 и 630 сплавов, в том числе с компенсаторами распухания. В этот же период было испытано более 500 (!!!) макетов стержней регулирования с различными модификациями оболочки и сердечника с поглощающими материалами от

бора до ртути. Четыре петлевых канала реактора МИР были постоянно загружены изделиями типа «Гирлянда». За 35 лет существования разборного облучательного устройства «Гирлянда» испытано более трех тысяч изделий. Экономический эффект от использования изделий «Гирлянда» только в 1975–1980 гг. составил внушительную сумму в 1 млн рублей в ценах того периода. Но главный эффект заключался в понимании процессов разгерметизации оболочек, в возможности создания новых видов твэлов и пэлов с высокими ресурсными характеристиками и энерговыработкой.

Разработка, внедрение и результаты эксплуатации изделий «Гирлянда» находились под постоянным и пристальным вниманием академиков А.П. Александрова, А.А. Бочвара и А.Г. Самойлова. Начиная с 1974 года, ежеквартально, вплоть до получения первых крупных успехов в конце 70-х годов, проводились научно-технические совещания

топлива: 1 этап – макеты твэлов в РОУ «Гирлянда»; 2 этап – полномасштабная сборка в петлевом канале; 3 этап – несколько сборок в реакторе атомного ледокола и, наконец, заключительный этап – активная зона целиком.

Массовые испытания элементов в изделии «Гирлянда» в 1974–1980 гг. позволили сформулировать причины разгерметизации оболочек твэлов и предложить пути их устранения. Венцом работы в конструктивном плане для твэлов стали рекомендации в виде центрального компенсатора распухания и оболочек из сплава 630 и циркониевых сплавов. Это позволило увеличить в несколько раз энерговыработку активных зон до разгерметизации оболочек твэлов. Для стержней регулирования найдены новые виды сердечников на основе диспрозия, гафния и их соединений.

Изделие «Гирлянда» внесло заметный вклад как в развитие облучательной базы, так и в решение крупной народнохозяйствен-



«Гирлянда» – общий вид

«Гирлянда» – принцип разборности

или в кабинете А.П. Александрова, или в кабинете А.А. Бочвара. Во время своих командировок в НИИАР академики Н.С. Хлопкин, Ф.М. Митенков и особенно часто А.Г. Самойлов принимали личное участие во время технологических процедур в «горячих» камерах с изделием «Гирлянда», подчеркивая тем самым высокую эффективность его применения и красоту технической идеи. За создание первых блоков изделия директор ВНИИНМ А.А. Бочвар выделил из своего фонда одному из авторов, Е.В. Коршунову, 3-комнатную квартиру недалеко от метро «Октябрьское поле», т.е. недалеко от ВНИИНМ. Это был поистине царский подарок!

На основе сравнительных испытаний твэлов были созданы полномасштабные сборки для загрузки в петлевые каналы реактора МИР, а в ряде случаев в реакторы атомных ледоколов. Была разработана и внедрена последовательность этапов испытаний

новой задачи того времени – резкое повышение энергоэффективности ресурса и радиационных характеристик твэлов, топливных сборок и стержней регулирования. Как показали последующие годы эксплуатации реакторов АЭС и атомных ледоколов, рекомендации и выбор элементной базы на основании результатов испытаний в изделиях «Гирлянда» оказались успешными. Попутно были получены новые экспериментальные данные о радиационной стойкости широкого круга поглотителей, замедлителей и топливных композиций.

Прошло почти 40 лет со дня начала разработки и 36 лет со дня начала эксплуатации изделия «Гирлянда». Впечатляющий срок службы всех трех изобретений! И сегодня «Гирлянда» по-прежнему в строю и будет использована в реализации ФЦП «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

Е. КЛЮЧКОВ



## IV Международная конференция и выставка

28-29 октября 2010

## IV Международная Конференция и Выставка

28-29 октября, 2010  
Москва  
Президент-Отель

Организатор:



Генеральный  
информационный  
партнер:

**platts**

Серебряный партнер:



ТВЭЛ



Партнеры:



При поддержке:



ОПЫТ - ИННОВАЦИИ - БЕЗОПАСНОСТЬ  
ОСНОВА РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ БУДУЩЕГО

Новые ядерно-топливные циклы

Обращение с РАО и ОЯТ, экологическая реабилитация объектов ядерного наследия

Управление проектами и другие управленческие тематики в обеспечение развития атомной отрасли

Вопросы гражданского применения технологий атомной отрасли и межотраслевой трансфер технологий

Генеральный  
интернет-партнер:

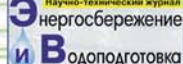
**Nuclear.Ru**

Ведущий информационный  
партнер:

БЕЗОПАСНОСТЬ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ENVIRONMENTAL SAFETY

atomic@enerpy.ru

Информационные партнеры:



Контакты:

Web-site: [www.atomeco.ru](http://www.atomeco.ru)

Тел./факс:

+ 7 (499) 190 82 52

E-mail: [info@atomeco.ru](mailto:info@atomeco.ru)

## СПОРТ

## УРАЛЬЦЫ ВЫИГРАЛИ ЛЕТНЮЮ АТОМИАДУ-2010

В Новоуральске завершилась 7-я летняя спартакиада работников атомной энергетики и промышленности.

Финал 7-й летней спартакиады работников атомной энергетики и промышленности Атомиада-2010 проходил с 1 по 4 июля и собрал более трехсот сильнейших спортсменов атомной отрасли со всей России. «Проведение финальных соревнований этой спартакиады по праву можно отнести к ярким событиям не только нашей отрасли, но и всей страны», – так оценил значимость атомиады генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко.

В соревнованиях приняли участие четыре команды, сформированные по территориальному принципу. Команда Центрального региона была представлена спортсменами Электростали, Сарова и Глазова. Команда Сибири – спортсменами Северска и Зеленогорска. Урал представляли Новоуральск, Трехгорный, Лесной, Озерск и Снежинск. Атомные электростанции – сборная команда концерна «Росэнергоатом».

Программа Атомиады-2010 включала такие виды спорта, как волейбол, бадминтон, гиревой спорт, легкая атлетика, мини-фут-



бол, настольный и большой теннис, плавание, перетягивание каната, баскетбол для мужчин, стритбол для женщин, дартс.

Торжественное открытие соревнований состоялось на центральном стадионе города и началось с шествия команд-участниц. Флаг Атомиады-2010 несли капитаны Иван Маков (Сибирь), Анатолий Зайцев (Урал), Александр Чижов (Центр) и Вячеслав Кудинов (Росэнергоатом).

Финалистов лично приветствовали генеральный директор ОАО «УЭХК» Александр Куркин, глава НГО Александр Зайцев, председатель профсоюзной организации ОАО «УЭХК» Борис Мельни-

ков и председатель РФСО «Атомспорт» Валентин Ильин.

Приветственные письма участникам, организаторам и гостям Атомиады-2010 направили генеральный директор ГК «Росатом» С. Кириенко, министр спорта, туризма и молодежной политики РФ Виталий Мутко и председатель Российского профсоюза работников атомной энергетики и промышленности Игорь Фомичев.

От имени участников клятву верности законам честной борьбы произнесла одна из самых титулованных спортсменок, чемпионка Европы среди ветеранов, мастер спорта по волейболу Елена Стефанович. Своеобразной прелю-

дией к стартам сильнейших стала мини-спартакиада, в которой приняли участие не только спортсмены, но и представители команд. В этом внезачном виде атомиады лучшей оказалась команда Сибири. Своей победой она обязана руководителю делегации и председателю спортивного клуба «Янтарь» (Северск) Леониду Козыреву, который удачно пробил пенальти в заключительном конкурсе.

Затем начались соревнования. Азарт и накал страстей атомиады не уступали олимпийским. На протяжении трех дней на спортивных площадках Новоуральска шла напряженная борьба, участники которой демонстрировали высокое мастерство и огромную волю в победе.

С первого дня в общем зачете лидировали спортсмены Урала и Сибири, и свое лидерство они не уступили соперникам до конца соревнований. По итогам соревнований команда Уральского региона заняла первое общекомандное место. На втором месте – команда Сибири, на третьем – команда Росэнергоатома.

Председатель РФСО «Атомспорт» В. Ильин, подытоживая результаты Атомиады-2010, выразил от лица ее участников огромную благодарность директору

ОФО «УЭХК» А. Куркину, главе НГО А. Зайцеву, председателю профсоюзной организации ОАО «УЭХК» Б. Мельникову и председателю местного спортивного клуба «Кедр» Николаю Бондаренко за прекрасную организацию соревнований. «Новоуральск отлично справился с проведением Атомиады-2010, и сейчас мы рассматриваем возможность создания здесь спортивного центра, который станет постоянным местом для проведения всех летних спартакиад», – сообщил В. Ильин. По его мнению, главным достижением Атомиады-2010 является то, что в условиях реорганизации Росатома удалось сохранить лучшие отраслевые традиции, доказать, что спорт в регионах жив.

В свою очередь председатель РПРАЭП И. Фомичев в приветственном письме подчеркнул социальную значимость подобных соревнований. «Участники атомиады демонстрируют не только высокие спортивные результаты, но и выполняют важнейшую социальную функцию – пропагандируют здоровый образ жизни, способствуют физическому и духовному развитию россиян», – считает председатель отраслевого профсоюза.

По материалам  
«Вестника Атомиады»



Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-37195 от 26.08.09

© Перепечатка со ссылкой на газету

Редакция:  
ОАО «АТОМПРЕССА»,  
144009, г. Электросталь  
Московской области,  
ул. Юбилейная, д. 13,  
офис 7

Главный редактор  
А. КУЗНЕЦОВ  
Ответственный секретарь Ю. Богачев  
Выпускающий редактор Ю. Ковалевич  
Корректор Л. Листочкина  
Компьютерная верстка Е. Елагина

Газета выходит еженедельно  
Тираж номера 3100 экз.  
Подписано к печати:  
23. 07. 2010 г. в 12.00

Материалы, обозначенные знаком ©,  
публикуются на правах рекламы

Тел. редакции:  
(495) 702-99-68  
(495) 702-98-70  
(495) 702-99-09 (факс/авт.)  
E-mail: [atompressa@flexuser.ru](mailto:atompressa@flexuser.ru)  
[atom-55@mail.ru](mailto:atom-55@mail.ru)  
<http://www.atomprensa.ru>

Издатель:  
ОАО «АТОМЭКСПО»  
Тел.: (495) 601-95-35  
Факс: (495) 601-95-34  
E-mail:  
[jvtarasova@rosatom.info](mailto:jvtarasova@rosatom.info)