

## ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ОСОБЫЕ ПОДХОДЫ К РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.М.Паршин  
(СПбГТУ)

В нашей стране основная выработка электроэнергии (более 70%) производится на тепловых электростанциях. Однако вследствие экономии запасов органического топлива и целесообразного его использования в условиях все возрастающего потребления электроэнергии преодоление энергетического кризиса неизбежно связывается с использованием ядерной энергии. К настоящему времени ядерная энергетика заняла прочное место в энергетическом балансе развитых стран мира (Франция, Япония, Бельгия, Швеция, Украина и др.). Уже можно с большой уверенностью отметить, что атомная энергия не прихоть военных дел, неизбежно ее использование человечеством в промышленности и в быту.

Наша страна - Россия - полностью обеспечена собственными топливно-энергетическими ресурсами. Однако запасы органического топлива не бесконечны, и они могут быть более рационально использованы в других не менее важных направлениях.

Ядерная энергетика характеризуется не только как стабильный источник энергии, но и как экономически наиболее выгодный по сравнению с электростанциями на органическом топливе. Следует отметить, что низкая стоимость производства электроэнергии на АЭС при прочих, например, более жестких требованиях к конструкционным материалам и технологическим процессам получения полуфабрикатов и изготовления узлов и конструкций достигается преимущественно за счет топливной составляющей.

Использование ядерной энергии положительно решает многие экологические вопросы; обеспечивает защиту окружающей среды от негативного влияния, например, выбросов при сгорании органического топлива на обычных тепловых станциях и др.

Однако необходимо учитывать и специфику работы основных узлов ядерных энергетических установок. Она прежде всего характеризуется труднодоступностью для обслуживания при практической неремонтнопригодности. Последствия разгерметизации систем первого контура весьма опасны из-за загрязнения окружающей среды радиоактивными продуктами, сложности, а в ряде случаев, и практической невозможности последующего ремонта и обслуживания оборудования. Ядерная энергетика - беспрецедентный шаг в научно-технической революции - одновременно требует и в такой же мере повышения и соблюдения технологической дисциплины, филигранного инженерного конструирования, неукоснительного исполнения эксплуатационной документации при высокой культуре и ином уровне технического мышления. Специфичность условий работы конструкционных материалов в составе

основных узлов и конструкций АЗУ и особенности их конструирования, технологии изготовления и обслуживания в процессе эксплуатации обеспечили выработку специального подхода к созданию новых конструкционных материалов и оценке их работоспособности. Это позволяет говорить о существовании в общем материаловедении самостоятельного научно-технического направления применительно к оборудованию ядерных энергетических установок - ядерного материаловедения или радиационного материаловедения.

Как уже отмечалось, на стадии становления ядерной энергетики, при выборе конструкционных материалов для основных узлов теплоэнергетического оборудования использовался опыт, накопленный при разработке сталей для традиционных тепловых электростанций, авиационного судостроения и других отраслей промышленности. Но при этом основной особенностью подхода в отечественном ядерном машиностроении явилось ужесточение требований к технологическим процессам производства сталей и пооперационному контролю качества полуфабрикатов и готовых узлов. Резко было усилено внимание и к вопросам конструктивной прочности.

Но при этом следует отметить, что новое явление коррозионного растрескивания аустенитных хромоникелевых сталей в процессе эксплуатации коммуникаций первого контура проявилось в конце 50-х годов, выявило недостаточность в отечественных и зарубежных теоретических и экспериментальных изысканиях по работоспособности конструкционных материалов в специфических служебных условиях. Разработка мер по предотвращению или значительному уменьшению остаточных растягивающих напряжений сварочного (брызги, прижоги, закантачивание и др.) и механического (вмятины, забоины, клеймения, грубая шлифовка, холодная гибка и развальцовка без последующей термической обработки, клеймение электрокарандашом и т.д.) происхождений, введение конструктивных особенностей по ослаблению накопления хлоридов в локальных объемах, а также мер по улучшению водоподготовки значительно ослабили интенсивность коррозионного растрескивания.

Конструкционные материалы атомных энергетических установок, по сравнению с материалами традиционных энергетических установок, работают, как известно, в более сложных условиях, так как нейтронное облучение ускоряет процессы ползучести, усиливает временную зависимость прочности, резко снижает деформационную способность при умеренных и высоких температурах, смещает интервал хладноломкости в область более высоких температур, вызывает порообразование и радиационное набухание, а также понижает сопротивляемость коррозионному разрушению.

Еще более сложной проблемой является создание конструкционных материалов для основных узлов термоядерных реакторов. Если даже не рассматривать вопрос взаимодействия плазмы с поверхностью материа-

ла первой стенки, то и в этом случае остается проблемой предотвращение в нем более сильного охрупчивания и, вообще, более резкого неблагоприятного изменения объемных свойств.

Освоение ядерных и термоядерных источников энергии ставит перед физикой твердого тела и радиационным материаловедением ряд чрезвычайно сложных задач фундаментального и прикладного характера, связанных с низкой стойкостью материалов под облучением.

Следует еще указать на следующее. Было время, и не так уж давно, когда новые стали и сплавы разрабатывались вообще, затем стало правилом, что новый материал разрабатывается применительно к определенным условиям его работы, сейчас в ряде случаев стало необходимым и конструкции ответственного узла разрабатывать применительно к специально разработанным сплавам, т.е. физику и конструктору необходимо учитывать возможности металлосведов и технологов. Это стимулирует создание науки - архитектура изделия. Последнее вызывает единение физика, конструктора, прочниста и металлосведов. Только при таком единении возможно в ряде случаев решение проблемных фундаментальных и прикладных вопросов.

В таком случае является актуальной работа VI Межгосударственного Постоянного семинара "Радиационная повреждаемость и работоспособность конструкционных материалов", в задачи которого входит единение специалистов различного направления. Это дает возможность целенаправленного координирования ряда вопросов, возложенных на ассоциацию по проблеме "Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение".

## ОДНОРОДНОСТЬ РАСПАДА И СВОЙСТВА СПЛАВОВ

Н.В.Камышанченко,  
И.М.Неклюдов,  
А.М.Паршин  
(БГПУ, ХФТИ, СПбГТУ)

Сперва рассмотрим общие вопросы работоспособности конструкционных материалов. Изучение причин преждевременного разрушения изделий указывает на весьма важное влияние равномерности распада твердых растворов на работоспособность конструкционных материалов в условиях эксплуатации. Равномерность распада приводит к созданию в матрице относительно правильного чередования частиц карбидов и интерметаллидов, т.е. к образованию типа микрорешеток из этих фаз (рис. 1). При таком распаде твердый раствор в процессе температурно-временных или температурно-скоростных циклов под нагрузкой все время остается относительно изотропным и обеспечивает возможность равномерности протекания пластической деформации [1-3].