

## АВАРИИ НА ЧАЭС

Аварийных остановов, связанных с отказом оборудования и ошибками операторов, было достаточно на каждой АЭС. Нет смысла их перечислять, поскольку они не сопровождались выходом радиоактивности за пределы энергоблока. Рассмотрим только случаи, связанные с радиационной опасностью для персонала станции и с выходом радиоактивности за пределы АЭС.

**Аварийный разрыв ТК в ячейке 62-44 на 1 блоке**

## Версия №1 (НИКИЭТ)

Девятого сентября 1982 года, при пуске блока №1 ЧАЭС после окончания СПР, произошел аварийный разрыв ТК в ячейке 62-44. В этот момент реактор работал на мощности 700 МВт (т), контур МПЦ был разогрет до номинальных параметров. Как показал анализ причин возникновения аварии, разрыв канальной трубы произошел из-за прекращения циркуляции теплоносителя через ТК, вызванного ошибочным закрытием запорно-регулирующего клапана (ЗРК) канала 62-44 персоналом цеха наладки во время регулирования поканальных расходов воды [9].

Авария имела тяжелые последствия, обусловленные в первую очередь тем, что по сигналу повышения давления в РП не сработала аварийная защита АЗ-5 реактора и оперативный персонал в течение более 20 мин после разрыва ТК удерживал реактор на мощности 700 МВт (т).

Мощность канала 62-44 была на уровне ~ 450 кВт, и при отсутствии расхода теплоносителя в нем твэлы разогрелись до температуры ~ 800 °С в течении 35-40 секунд. Этого оказалось достаточно, чтобы тепловыделяющая сборка приобрела "бочкообразную" форму и её твэлы стали касаться стенок канала. В месте их касания внутренней поверхности канальной трубы начался ее локальный разогрев до температуры ~ 650 °С и ухудшение механических свойств сплава 125 (98% циркония + 2% ниобия), из которого сделана труба технологического канала (ТК). Под действием внутреннего давления пароводяной смеси в месте перегрева трубы ТК произошел разрыв канальной трубы и началось истечение теплоносителя в графит. По мере вымывания графита расходом пароводяной смеси с давлением свыше 70 атмосфер, металл трубы все больше раскрывался в образовавшуюся в графитовой кладке реактора каверну. Максимальный угол раскрытия трубы канала в месте разрыва составил ~ 230 °.

Вследствие перегрева произошло разрушение центрального несущего стержня тепловыделяющей сборки (ТВС), после чего верхняя часть верхней ТВС (длиной около 1,5 м) была с него сдернута и выдавлена в графитовую кладку (в каверну). Эта часть ТВС хорошо охлаждалась потоком теплоносителя из барабан-сепараторов (БС) и поэтому сохранила свою геометрическую форму. После восстановления циркуляции в канале

62-44, в образовавшуюся в кладке каверну потоком теплоносителя были выдавлены перегретые и разрушенные твэлы нижней половины ТВС. Они вошли в открывшиеся щели между соседними графитовыми блоками, а также на верхние защитные блоки и в оборудование и трубопроводы системы аварийного сброса парогазовой смеси из реакторного пространства (РП).

Другими важными последствиями аварийной ситуации явились выброс радиоактивной парогазовой смеси из РП блока № 1 и аварийное повышение давления в РП блока № 2. После разрыва стенки канала 62-44 парогазовая смесь из РП блока № 1 прошла транзитом аварийный конденсатор, была выброшена в трубопровод (Ду-1000) связи газовых контуров блоков и далее под колокол мокрого газгольдера. В этой части газового контура произошло кратковременное повышение давления до  $P \geq 1,16$  ата, что привело к выбросу ~ 800 кг воды из гидрозатворов в РП блока № 2, реактор которого работал на номинальной мощности. За счет испарения воды на металлоконструкциях, имеющих температуру ~ 300 °С, произошло резкое повышение давления в РП блока № 2 уже до  $P \geq 1,8$  ата, что в свою очередь привело к выбиванию остальных гидрозатворов реактора со стороны РП. Парогазовая смесь из РП блока №2 выбрасывалась под колокол мокрого газгольдера и далее через его опорожненный гидрозатвор в венттрубу, вместе с парогазовой смесью из РП блока № 1. В результате этого выброса радиоактивными веществами была загрязнена значительная территория. Для ликвидации последствий этой аварии потребовалось около 3 месяцев ремонтных работ.

Анализ причин и последствий аварийного разрыва ТК выявил ряд недостатков в проектных решениях системы аварийного сброса парогазовой смеси из РП, отсутствие или недостаточную жесткость требований регламента по подготовке к пуску некоторых систем реактора, а также нарушения правил эксплуатации оборудования, допущенные оперативным персоналом. И только после такой серьезной аварии проектанты были разработаны и реализованы мероприятия по предупреждению подобных аварий. В числе таких мероприятий можно назвать:

- введение на блоках 1 и 2 ЧАЭС автоматической аварийной защиты реактора по сигналу повышения давления в РП (на остальных блоках она была введена ранее);
- реконструкция узлов гидрозатворов системы аварийного сброса парогазовой смеси из реакторного пространства (РП);
- доработка схем подачи газовой смеси в РП;
- введение 24 часовой предупредительной промывки КМПЦ после ремонтов;
- требование немедленного заглушения реактора при обнаружении течи в кладку и т. д.

Подробно анализ аварийной ситуации, описание ремонтных работ при ликвидации ее последствий и мероприятия по повышению надежности работы энергоблоков и предупреждению подобных ситуаций изложены в работе [70]. Анализ изменения радиационной обстановки на ЧАЭС и окружающей среде в период проведения ремонтных работ и последующего вывода реактора блока № 1 на мощность приведены в работе [71].

#### Версия №2 (ИАЭ им. Курчатова)

О том же событии рассказывает сотрудник института А.Н. Киселев [72]: «В 1982 году нашему Отделу радиационного материаловедения в ИАЭ (сейчас РНЦ “Курчатовский институт”) дали задание разобраться, почему в активной зоне ядерного реактора 1-го блока Чернобыльской АЭС стали разрываться технологические каналы. (В технологическом канале стоит кассета, состоящая из двух тепловыделяющих сборок, с которых снимается тепло потоком воды под давлением в 70 атмосфер). К исследованиям был привлечен и Отдел радиационного материаловедения (начальник отдела - Владимир Сергеевич Карасев) Института ядерных исследований в Киеве. Была поставлена задача по определению причин этих разрушений. (В ОРМ ИЯИ исследования проводил Александр Александрович Шинаков). Исследования показали, что причиной разрушения канальных труб из циркония оказалось остаточное внутреннее напряжение в ее стенках. Завод по своей инициативе изменил технологию изготовления канальных труб и результатом этого “технологического новшества” стала авария (ТК 62-44, К.Н.) на реакторе 1-го блока ЧАЭС с деформацией графитовой кладки активной зоны. Выяснение причин аварии было очень полезно и важно для повышения надежности технологических каналов. Проблемы надежности постоянно были в кругу задач разработчиков, материаловедов, конструкторов...»

Два института – два разных заключения. Главный конструктор всю вину сбрасывает на персонал АЭС. На каком основании? Где факты? Гораздо убедительнее выглядит позиция сотрудников института Научного руководителя, где причиной этой аварии называется изменение технологии изготовления труб для технологических каналов РБМК, что убедительно доказала материаловедческая экспертиза, проведенная после аварии ИАЭ и КИЯИ.

Как очевидец этой аварии и участник ликвидации её последствий, могу добавить немного - версия НИКИЭТа, обвинившего инженера цеха наладки ЧАЭС в полном закрытии подачи воды в канал 62-44 так и осталась версией. И руководитель работ, и вся бригада операторов, занимавшаяся в тот день регулировкой поканальных расходов, от навязываемой им ошибки упорно отбивалась. В тот день они работали как всегда, строго по инструкции, которая обязывала до начала работы ставить на регулятор ограничительную планку, механически препятствующую полному закрытию клапана подачи воды в канал.