

СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО ОСМОТРА ВНУТРИРЕАКТОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РЕАКТОРА ВВР-ц

О.Ю. Кочнов, Н.Д. Лукин

Филиал ГНЦ РФ-НИФХИ им. Л.Я. Карпова, г. Обнинск



В статье представлены требования к системе визуального контроля для ВВР-ц (Обнинск). Дано описание и краткая характеристика конструкции данного устройства. Представлены результаты осмотра внутриреакторных устройств. Сделаны выводы о возможности дальнейшего использования системы визуального осмотра.

Реактор ВВР-ц (г. Обнинск, РФ) был введен в эксплуатацию в 1964 г. Один раз в год, во время проведения очередного планового профилактического ремонта (ППР), необходимо контролировать различными неразрушающими методами внутриреакторные устройства, включая трубопроводы первого контура [1]. С помощью визуальных средств осматриваются внутрибаковые устройства ВВР-ц. К ним относятся швы бака реактора, сепаратор активной зоны, решетка сепаратора, экспериментальные каналы и т.д.

Штатных систем визуального осмотра на ВВР-ц не было предусмотрено проектом. При анализе имеющихся в настоящий момент оптических и оптико-электронных приборов контроля и наблюдения для атомной промышленности не обнаружено устройства, удовлетворяющего потребностям ВВР-ц. Поэтому во время ППР-2004 г. в ГНЦ ФГУП НИФХИ им. Л.Я. Карпова была разработана система дистанционного визуального осмотра.

Для разработки системы руководствовались следующими критериями: процесс видеонаблюдения должен производиться в ручном режиме, поскольку к обследуемым участкам доступ затруднен из-за тесного расположения внутрибаковых устройств. Контроль должен осуществляться дистанционно, т.к. возможности проникнуть внутрь бака реактора. Другой аспект заключался в том, что пространство, в котором осуществляется мониторинг, заполнено дистиллированной водой ($H_{\text{воды}} \approx 5.5 \text{ м}$)¹. Это создает определенные трудности с герметичностью конструкции, имеющей электронные схемы. Также устройство должно быть устойчиво к воздействию остаточного γ -излучения от внутрибаковых устройств. Время однократного осмотра составляет 30 мин. Излучение всегда присутствует в пространстве при обследовании элементов первого контура ядерных реакторов, т.к. кроме активации под действием нейтронного излучения элементов активной зоны, на всех внутренних поверхностях откладываются активированные продукты коррозии, даже если не было выхода в контур осколков деления топлива. Кроме этого в конструкции должна быть предусмот-

¹ Промышленные устройства видеонаблюдения, в основном, не рассчитаны для эксплуатации в подводных условиях.

рена возможность передачи видеосигнала с последующим воспроизведением на мониторе или записью на магнитный носитель. Это необходимо для более детального повторного просмотра результатов контроля, а также для составления отчетной документации. Особенностью контроля является то, что контроль проводится при ограниченной освещенности в баке реактора. Света от штатных осветительных устройств реактора недостаточно для удовлетворительного качества видеосъемки, поэтому необходимо совместить видеокамеру и дополнительный источник света. Кроме того устройство должно быть компактным, т.к. наблюдение ведется в ограниченном пространстве (вся конструкция не должна превышать в диаметре 50 мм²) для осмотра нижней части сепаратора реактора.

Принципиальная схема системы дистанционного визуального осмотра представлена на рис. 1.

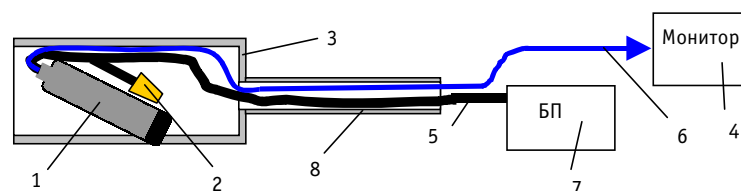


Рис. 1. Принципиальная схема устройства для видеонаблюдения: 1 - видеокамера; 2 - источник света; 3 - корпус устройства; 4 - устройство для отображения информации; 5 - линия питания; 6 - линия сигнала; 7 - блок питания; 8 - штанга $l=6$ м

Система позволяет производить визуальный осмотр внутриреакторных устройств, а также бака реактора ВВР-ц. Оно представляет собой составную штангу с прикрепленной к ней видеокамерой, а также линиями питания и сигнала. В устройстве используется видеокамера KPC-190SW³, производитель фирма KT&C (Корея) [2]. Она имеет обычный объектив со стеклянной (не пластмассовой) оптикой во влагозащищенном исполнении. Видеокамера демонтирована со штатного кронштейна, герметизирована и размещена в цилиндрическом стакане с прорезанным окном. Для улучшения освещения труднодоступных затемненных участков вместе с видеокамерой монтируется источник света. Передача видеосигнала производится на расстояние свыше 20 м, где расположен просмотровый монитор. Данные визуального осмотра записываются на магнитный носитель, затем оцифровываются для длительного архивного хранения.

Штанга с устройством опускается вручную в бак реактора и подводится на расстояние 30–50 см от обследуемого участка. Масштаб изображения на 19-дюймовом просмотровом мониторе равен примерно 1:1, что удобно для восприятия изображения. В режиме реального времени можно произвести повторную съемку «сомнительного» участка, что очень удобно для получения качественных результатов. Также конструкция допускает поворот в горизонтальной плоскости от 0 до 360°, что позволяет осмотреть контролируемые места при изменении угла обзора. Результаты осмотра, а также внешний вид устройства представлены на рис. 2 – сепаратор активной зоны (вид снизу); рис. 3 – верхняя часть каналов СУЗ (вид снизу); рис. 4 – внешний вид устройства; рис. 5 – сварной шов бака реактора.

Устройство применяется для осмотра ТВС в бассейне выдержки отработанного топлива, а также для периодических осмотров не только внутриреакторных устройств и бака реактора, но и других труднодоступных узлов оборудования ВВР-ц.

² 50 мм – диаметр посадочного гнезда в решетке сепаратора под хвостовик ТВС ВВР-ц.

³ чувствительность 0.05 лк.



Рис. 2. Сепаратор (вид снизу)



Рис. 3. Верхняя часть каналов СУЗ (вид снизу)



Рис. 4. Внешний вид устройства



Рис. 5. Сварной шов бака реактора

Литература

1. Правила ядерной безопасности исследовательских реакторов ПБЯ ИР-98 (НП-009-98). – М., 1998 г.
2. Паспорт видеокамеры КРС-190SW.

Поступила в редакцию 13.09.2004

ABSTRACTS OF THE PAPERS

УДК 620.9:519.7

Interregional Energy Exchange Modeling by Using MESSAGE Code \ E.V. Fedorova, T.G. Zorina; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 9 pages, 2 tables, 13 illustrations. – References, 9 titles.

MESSAGE successful application for interregional energy exchange modeling was demonstrated. MESSAGE is a IIASA program product which is distributed among the Member States as an energy systems prognosis tool. The simulation result is the optimum energy system strategy. The optimization criterion is minimum of total levelized system costs. The existing energy interchange scheme between Russia and Belarus was considered as a test problem. Russian gas, oil and electricity export to Belarus and Belarus motor fuel export to Russia was modeled. Nuclear energy was considered to be an alternative energy source for Belarus energy system.

УДК 621.039.58

Extension of Control Room Operator Information Support by the SPDS System Installation \ S.A. Andrushechko; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 11 pages, 4 illustrations. – References, 1 title.

The article is devoted to description of development and design of safety parameters display system (SPDS) for the 1, 2 units of Kola NPP with WWER-440 reactors. This system is based on advance representation of unit safety on the base of «Critical safety functions» (CSF). Accepted CSF for Kola units and degree of their severity while abnormal and accidental conditions, principles of CSF control for safety barriers destruction prevention are described. Algorithms of CSF calculations and man-computer interface and technical means of SPDS are also described.

УДК 621.039.53

Video-monitoring System of In-core Constructions for WWR-c Reactor \ O.Yu. Kochnov, N.D. Lukin; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 3 pages, 5 illustrations. – References, 2 titles.

The requirements of video-monitoring system for WWR-c reactor (Obninsk) was presented in this article. The short characteristics and structure scheme of this device was done. The results of video-monitoring process was shown. The conclusion about possibilities of using such equipment for additional purposes in the future was done.

УДК 621.039.532.21

Calculation of the Reactor Graphite Durability for RBMK-1000 Considering the Axial Irregularity of Energy Release \ V.I. Boiko, V.V. Shidlovskiy, V.N. Nesterov, I.V. Shamanin, A.V. Ratman; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 5 pages, 2 illustrations. – References, 3 titles.

The work given suggests the calculation of the reactor graphite durability for RBMK-1000 considering the axial irregularity of energy release. The paper covers the following aspects: procedure of the computation of the arrays of the product uranium-graphite reactor operational parameters; the volumetric heat intensity distribution considering the axial reactor core profiling; the methods of the calculation of the axial distribution of critical neutron fluence considering real equivalent radiation temperature of the graphite reactor and the values of neutron fluence (neutron energy higher than 180 keV) on the inside surface of the graphite block and average values.