

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СКВАЖИН ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОПЛИВОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЗАЛЕ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»

А. И. Довыдьков, В. А. Краснов, С. А. Довыдьков

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Приведен анализ состояния контроля топливосодержащих материалов (ТСМ), находящихся в центральном зале (ЦЗ) объекта «Укрытие». Приведены характеристики исследовательских скважин, пробуренных в сторону ЦЗ объекта «Укрытие». Предложена методика измерения углов наклона скважин и построения их трассы. Приведены новые данные о параметрах скважин, пробуренных из помещения 515/3 в направлении пола ЦЗ. Даны рекомендации по использованию этих скважин для контроля ядерно-физических параметров скоплений ТСМ в ЦЗ объекта «Укрытие».

В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям и разработкам, связанным с изучением скоплений ТСМ и обеспечением надежного контроля ядерной и радиационной безопасности объекта «Укрытие».

Несмотря на многочисленные работы в этом направлении, многие ключевые вопросы остаются нерешенными. В частности, одной из нерешенных задач анализа и обеспечения безопасности объекта «Укрытие» является устранение имеющихся пробелов в знании расположения и характеристик скоплений ядерно-опасных материалов в объекте «Укрытие» и размещении датчиков систем контроля непосредственно в зоне таких скоплений ТСМ.

Указанные проблемы, начиная с 1988 г., решались в основном с помощью бурения исследовательских скважин внутри разрушенного 4-го блока ЧАЭС. Пробуренные на объекте «Укрытие» исследовательские скважины являются сейчас фактически единственным технически реализуемым путем доставки датчиков контроля к местам скоплений ТСМ с высоким уровнем радиации. Основная часть наиболее информативных датчиков систем контроля, контролирующих в настоящее время ядерно-физические параметры ТСМ на объекте «Укрытие» (ИИС «Финиш», ИИС «Финиш-Р» и СК ТСМ), установлены именно через эти скважины [1, 2]. В проекте интегрированной системы контроля ядерной безопасности большинство датчиков также предполагается размещать в исследовательских скважинах.

Одним из наиболее труднодоступных районов объекта «Укрытие» является ЦЗ - помещение 914/2. В связи с наличием интенсивных радиационных полей, и ныне превышающих сотни рентгенов в час, возможности проникновения в ЦЗ крайне ограничены.

В настоящее время пол ЦЗ покрыт слоем строительных конструкций и сброшенной засыпки толщиной в несколько метров. Высота отдельных «холмов» в центральной части ЦЗ достигает 7 – 8 м над полом помещения. Насыпь у стены помещения 804/3 достигает высоты 15 м. Вершина насыпи находится между осями 42 – 44 и рядами Л – И, т.е. восточнее южного бассейна выдержки, именно в этой области и наблюдался очаг горения, который был основной целью для сброса материалов засыпки.

Предполагается, что под завалами в ЦЗ находится значительное количество радиоактивных материалов, выброшенных из активной зоны и образовавшихся на первых этапах аварии. Детального исследования этих скоплений до сих пор не проводилось. В [3] приведены предполагаемые схемы расположения скоплений ТСМ и указаны рекомендуемые точки, где должны размещаться датчики систем контроля. Точки контроля должны располагаться у основания ТСМ в перекрытиях пола ЦЗ на высотной отметке 35.2 ÷ 35.5 м.

Для обеспечения контроля ЦЗ были спроектированы несколько исследовательских скважин, которые планировалось пробурить из помещения 515/3. Работы по их бурению проводились в 1999 - 2000 гг. Фактически проведено бурение только трех скважин (Ю-22-128, Ю-22-129, Ю-22-130). Уже в самом начале бурения анализ параметров проходки скважины Ю-22-128 показал, что трасса скважины имеет значительные отклонения от проектной и вообще не попадает в район ЦЗ. Поэтому ее бурение было прекращено.

Скважина Ю-22-129 была пробурена из помещения 515/3 в сторону юго-западного квадранта ЦЗ на глубину 16,8 м в сторону перекрытия ЦЗ. Предполагалось, что забой скважины согласно проекту находится примерно в 0,25 м от выхода в ЦЗ. Для проверки возможности контроля нейтронных потоков от ТСМ в этом районе ЦЗ у забоя скважины Ю-22-129 в 2005 г. был установлен нейтронный детектор на базе камеры КНТ-54. Сигналы от детектора контролировались ИИС «Финиш» (канал № 23)

Однако аппаратурные измерения параметров сигналов от этого датчика показали практическое отсутствие нейтронных потоков в этой точке контроля. Это подтвердило результаты предыдущих измерений МЭД по глубине скважины. Максимальные значения МЭД у забоя скважины не превышали 4 Р/ч, а сигналы от нейтронных потоков не были зафиксированы [3].

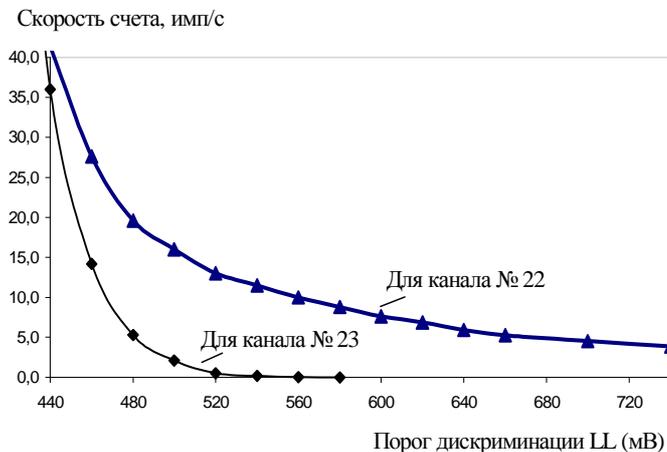


Рис.1. Зависимость скорости счета от порога дискриминации для нейтронных каналов № 23 и № 22 ИИС "Финиш".

Отсутствие сигналов от нейтронов могло указывать либо на отсутствие ТСМ в данном районе ЦЗ (что маловероятно), либо на значительное ослабление нейтронных потоков элементами строительных конструкций между ТСМ и детектором (железобетон и металлические экраны).

Ответы на эти вопросы могло дать определение фактических координат детектора и оценки степени экранирования нейтронных потоков. С этой целью в 2005 г. был проведен анализ трассы скважины Ю.22.129. Известно, что основным параметром, определяющим направление трассы скважины, являются ее вертикальный и горизонтальный углы наклона. Именно ошибки в определении этих углов были основной причиной неправильного построения трассы скважин.

Ввиду отсутствия оборудования, пригодного для измерений угловых параметров скважин в условиях полуобслуживаемых помещений объекта «Укрытие», был предложен метод косвенного измерения углов по значениям линейных координат определенных реперных точек. Суть метода показана на рис. 2. Он заключается в измерении отрезков a_1, a_2, a_4, a_5, a_6 и тригонометрических вычислений вертикального (β_v) и горизонтального (β_r) углов наклона скважины по результатам линейных измерений. Метод прост в реализации. Для него

На рис. 1 показана амплитудная характеристика импульсов, поступающих от нейтронного детектора, установленного у забоя скважины Ю-22-129. Для сравнения на том же рисунке показана эта же характеристика для канала № 22 ИИС «Финиш», которая является типичной для каналов контроля нейтронных потоков на объекте "Укрытие". На рисунке видно, что скорость счета (имп/с) для канала № 23 быстро уменьшается с увеличением порога дискриминации, а сигналы, превышающие по амплитуде собственные шумы в канале, фактически отсутствуют.

не требуется сложного оборудования. Практическое применение предложенной методики в условиях объекта «Укрытие» подтвердило ее высокую эффективность.

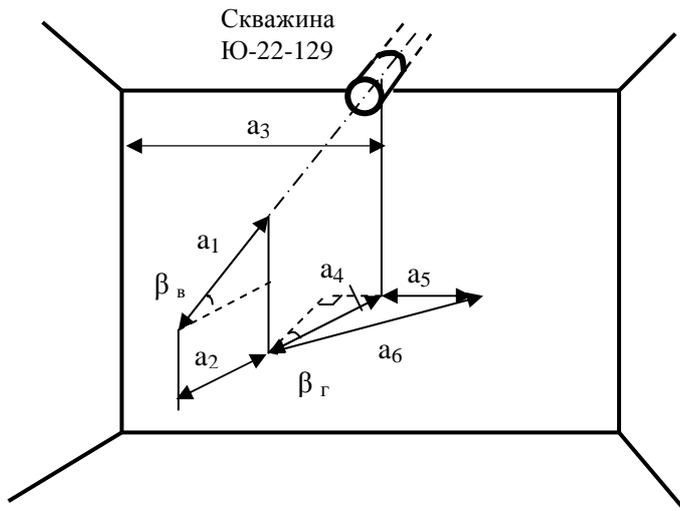


Рис. 2. Схема определения углов наклона скважины в помещениях объекта «Укрытие».

Выполненные измерения и вычисления для скважины Ю.22.129 показали, что ее действительные углы наклона составляют: $\beta_B = 52^\circ \pm 1^\circ$; $\beta_G = -2^\circ \pm 1^\circ$. При уточнении трассы этой скважины были учтены ранее полученные данные перископического обследования. Проведен анализ бурового журнала и характеристик выбуренных кернов. Собраны и проанализированы архивные материалы и строительные чертежи 4-го блока ЧАЭС. На фотографии было определено положение обсадной трубы скважины в помещении 806/4, которое подтвердило правильность расчетов.

На основании комплексного анализа всех имеющихся сведений было показано, что отмеченный в [3] провал бурового инструмента на глубине 16 м (вблизи забоя, с левой стороны скважины) не уходит в перекрытие пола ЦЗ, а выходит в лестничную клетку (помещение 902/2). Выбуренные части металлического швеллера и обшивки являются угловыми элементами потолка этого помещения. На рис. 3 показана схема трассы скважины Ю.22.129 в помещениях объекта «Укрытие» (вертикальное сечение по оси скважины), построенная с учетом новых данных.

Полученные результаты показывают, что скважина забурена не в перекрытие пола ЦЗ, а в потолок лестничной клетки. Действительные координаты забоя отличаются от проектных и составляют 34.5, Л-2.7, 43-2.0. Т.е. нейтронный детектор, установленный у забоя скважины Ю.22.129, экранируется от ТСМ, находящихся на полу ЦЗ, слоем железобетона и металлических конструкций общей толщиной не менее 100 см. При такой толщине железобетонного экрана ослабление для нейтронов и гамма-излучения может превышать 10000. Это и является основной причиной отсутствия сигналов от нейтронных потоков, а также низкого уровня регистрируемых значений МЭД по глубине скважины.

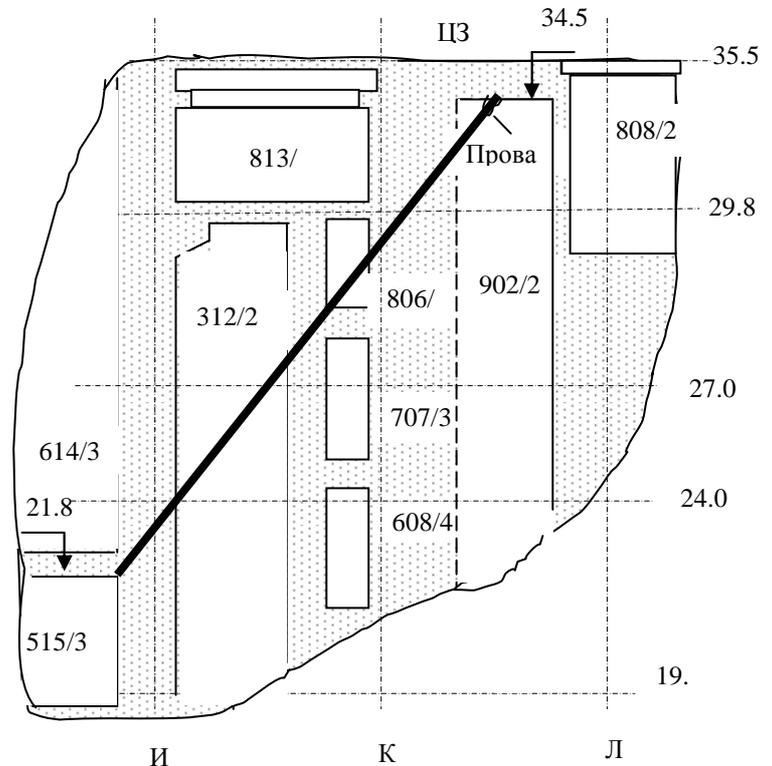


Рис. 3. Схема трассы скважины Ю.22.129 в помещениях объекта «Укрытие».

Аналогичные исследования были проведены и для скважины Ю.22.130. Измерения углов наклона скважины показали, что горизонтальный угол равен -44° (вместо -28° по проекту). Для этой скважины также был проведен комплексный анализ материалов выбуренных кернов, строительных чертежей и архивных данных. Были идентифицированы все провалы по трассе бурения, которые раньше не удавалось идентифицировать из-за неправильного указания углов наклона. В частности показано, что скважина не вышла в южный бассейн выдержки (помещение 505/3), как считалось ранее [3], а провал у забоя скважины глубиной 20 - 30 см, из которого потекла вода, обусловлен наклонным прохождением бурового инструмента в трубе охлаждения.

Схема трассы скважины Ю.22.130, с учетом новых данных, показана на рис. 4. На этом рисунке видно, что забой скважины экранируется от ТСМ в ЦЗ и в помещении 505/3 железобетонным экраном более 100 см. Это объясняет малые значения МЭД и практическое отсутствие нейтронных потоков в скважине Ю.22.130.

Таким образом, проведенные исследования позволили найти действительную причину отсутствия сигналов от нейтронных потоков и малые значения МЭД в скважинах Ю.22.129 и Ю.22.130. Уточнение параметров исследовательских скважин позволили определить более точно трассы их прохождения и координаты забоев. Полученные новые данные показывают, что пробуренные из помещения 515/3 в сторону перекрытия ЦЗ исследовательские скважины в их сегодняшнем состоянии нецелесообразно использовать для контроля ТСМ.

Скважину Ю-22-129 следует выбурить еще на 70 - 90 см ближе к верхней отметке пола ЦЗ (35,5 м). Бурение нужно выполнять малыми проходками с использованием технологии горячего бурения. А скважину Ю-22-130 следует выбурить на 100 - 120 см до выхода в южный бассейн выдержки.

После таких доработок эти исследовательские скважины можно будет использовать для контроля ядерно-физических параметров скопления ТСМ в юго-восточном районе ЦЗ и в районе шахты реактора. Перископические обследования через скважину Ю-22-130 могут дать новые сведения о количестве и параметрах ТСМ в южном бассейне выдержки. Эти новые данные позволят уточнить параметры ТСМ в данном районе объекта «Укрытие» и рационально спроектировать другие исследовательские скважины для обеспечения более полного контроля ЦЗ.

Проведенные исследования еще раз подтвердили необходимость научного сопровождения буровых работ на всех этапах их выполнения. Следует отметить, что большое число исследовательских скважин пробурено в перекрытиях помещений объекта «Укрытие». При этом даже незначительные отклонения углов наклона скважин могут существенно

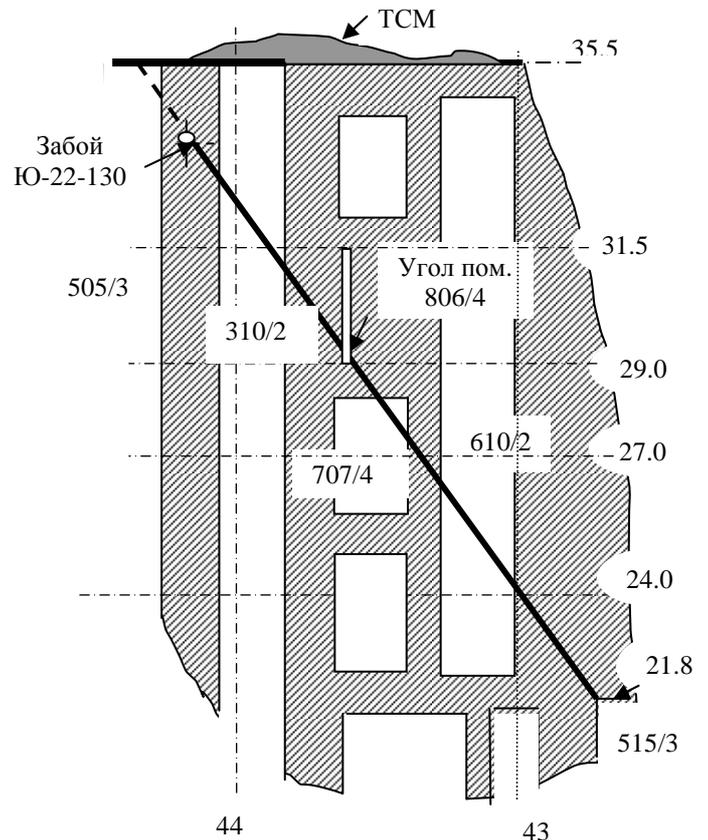


Рис. 4. Схема трассы скважины Ю.22.130 в помещениях объекта «Укрытие».

изменить толщину экранирования датчиков и соответственно менять коэффициент ослабления нейтронных потоков и МЭД по глубине скважины. Это приводит к искажению и неверной интерпретации показаний датчиков систем контроля. Знание действительных углов наклона исследовательских скважин позволяет учесть эти искажения и уточнить наши знания о ядерно-физических параметрах ТСМ в помещениях 4-го блока ЧАЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скважины* объекта «Укрытие». Обобщенные данные (альбом): (Отчет о НИР) / МНТЦ «Укрытие» НАН Украины. - Инв. № 09/05-66. - Чернобыль, 1998 - 117 с.
2. *Атрошенко А. Ф., Балюн В. А., Высотский Е. Д. и др.* Системы контроля состояния топливосодержащих материалов объекта «Укрытие». - Чернобыль, 1999. - 40 с. - (Препр. / НАН Украины. МНТЦ «Укрытие»; 99-3).
3. *Научное* сопровождение буровых работ на 4-м блоке ЧАЭС (Отчет о НИР) / МНТЦ «Укрытие» НАН Украины. - Инв. № 3801. - Чернобыль, 1999.

Поступила в редакцию 17.05.06

12 ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАЛИВОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЗАЛІ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»**О. І. Довидьков, В. О. Краснов, С. О. Довидьков**

Проаналізовано наявні дані про розташування й стан контролю паливовмісних матеріалів (ПВМ), що знаходяться в центральному залі (ЦЗ) об'єкта «Укриття». Наведено характеристики дослідницьких свердловин, пробурених у бік ЦЗ об'єкта «Укриття». Запропоновано методику вимірювання кутів нахилу свердловин і побудови їх траси. Наведено нові дані про параметри свердловин, пробурених із приміщення 515/3 у напрямі підлоги ЦЗ. Подано рекомендації щодо використання цих свердловин для контролю ядерно-фізичних параметрів скупчень ПВМ у ЦЗ об'єкта «Укриття».

12 ABILITY TO USE RESEARCH HOLES FOR FUEL-CONTAINING MATERIALS CONTROL IN OBJECT "UKRYTTYA" CENTRAL HALL**A. I. Dovydkov, V. A. Krasnov, S. A. Dovydkov**

Available data on location and control condition of fuel-containing materials (FCM) being in Central Hall (CH) of Object "Ukryttya" were analyzed. The characteristics of research holes drilled towards CH of Object "Ukryttya" are adduced. The methods of inclination measurement of holes and structure of their route are proposed. New data on parameters of the holes drilled from room 515/3 towards CH floor are adduced. The recommendations on application of these holes to control nuclear-physical parameters of FCM accumulations in CH of Object "Ukryttya" are given.