

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ПАССИВНОЙ СИСТЕМЫ ОТВОДА ОСТАТОЧНЫХ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ ОТВС ШАХТЫ- ХРАНИЛИЩА

Глухов С.М.^{1,2}, Чалпанов С.В.², Шумков Д.Е.², Ташлыков О.Л.¹, Попов А.И.¹

¹) Уральский Федеральный университет первого Президента России Б.Н. Ельцина

²) АО "Институт реакторных материалов"

E-mail: stepmihgl@mail.ru

EXPERIMENTAL STAND OF THE PASSIVE RESIDUAL HEAT DISSIPATION SYSTEM OF THE SFAS STORAGE MINE

Glukhov S.M.^{1,2}, Chalpanov S.V.², Shumkov D.E.², Tashlykov O.L.¹, Popov A.I.¹

¹) Ural Federal University of the first President of Russia B.N. Yeltsin

²) JSC "Institute of Reactor Materials"

The paper describes the development of the concept of a passive heat removal system for irradiated fuel assemblies (SFAS) of a storage mine. The results of the experimental setup development are presented. An experiment is described in order to determine the operability of the proposed system.

Необходимым условием использования атомной энергии и ионизирующих излучений является безопасность персонала и населения.

В соответствии с НП-033-11 «Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок», целью обеспечения безопасности ИЯУ является ограничение радиационного воздействия ИЯУ на работников (персонал), население и окружающую среду при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии.

Объектом исследования является шахта-хранилище (ШХ), которая предназначена для хранения ОТВС и отвода их остаточных тепловыделений. Отвод тепла от ОТВС осуществляется за счет принудительной циркуляции теплоносителя в контуре охлаждения, а также за счет рассеяния теплоты через конструктивные элементы, окружающие ШХ.

Целью данного исследования является проектирование и создание установки для экспериментального подтверждения работоспособности разработанной в результате расчетно-экспериментальных исследований концепции системы пассивного отвода тепла от шахты-хранилища ОТВС ИЯУ ИВВ-2М.

Создание экспериментальной установки базируется на результатах следующих работ:

1. Исследование режимов работы расхолаживания шахты-хранилища путем моделирования с использованием пакета вычислительной гидродинамики SOLIDWORKS Flow Simulation [1, 2]

2. Экспериментальное исследование температурных режимов в объеме шахты-хранилища [3]

3. Теоретический анализ зависимости остаточных тепловыделений ОТВС в ШХ от глубины выгорания [4]

4. Разработка концепции системы пассивного отвода тепла и теплогидравлическое моделирование ее составных частей [5]

Экспериментальная установка (рис.1) представляет собой систему из трех основных частей: испарительной, конденсационной и подъемно –опускных трактов. В качестве элемента, имитирующего ОТВС, используется нагреватель мощностью 2,4 кВт размещаемый в испарительной части.



Рис. 1. Экспериментальный стенд пассивной системы

Система работает по принципу работы двухфазного термосифона, в качестве легкокипящего теплоносителя (рабочей жидкости) используется этиловый спирт с температурой кипения 78,3 0С.

Эксперимент проводился в трех режимах:

1. Жидкостно-жидкостный режим, соответствует нормальному режиму эксплуатации ШХ (20 – 45 0С)

2. Жидкостно-двухфазный режим, соответствует нарушению условий нормальной эксплуатации ШХ (45 – 100 0С)

3. Режим расхолаживания.

В результате проведения экспериментальных исследований в декабре 2023 – январе 2024 гг. система отвода остаточных тепловыделений показала свою

работоспособность во всех трех режимах. Были выявлены отдельные нарушения режимов работы системы. Проводится обработка и анализ результатов, разработка мероприятий по улучшению работы системы.

1. Расчетная оценка отвода остаточных тепловыделений от шахты-хранилища облученных топливных сборок в строительные конструкции / Куртеев А.В. [и др.] // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика: материалы Межд. конференции. Екатеринбург: УрФУ. – 2018. – С.828-833
2. Shumkov D. E. Development of a passive removal heat system for the storage pit of IVV-2M research nuclear reactor / D. E. Shumkov, O. L. Tashlykov // AIP Conference Proceedings 2313, 070005 (2020).]
3. Shumkov D. E., Tashlykov O. L. and Glukhov S. M. Experimental investigations of temperature conditions in the storage pit of IVV-2M research nuclear reactor // AIP Conference Proceedings 2466, 070006 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0088848>
4. T. Van Thuong, O.L. Tashlykov, S.M. Glukhov, D.E. Shumkov, Y. Volchikhina, Experimental and theoretical justification of passive heat removal system for irradiated fuel assemblies of the nuclear research reactor in a spent fuel pool, Nuclear Engineering and Technology 55 (2023) 2088-2095]
5. Шумков, Д. Е. Обеспечение безопасности эксплуатации и хранения ОТВС ИЯУ ИВВ-2М с использованием системы пассивного расхолаживания шахты-хранилища / Д. Е. Шумков, О. Л. Ташлыков, С. М. Глухов // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. – 2023. – № 3. – С. 115-124.