

УТВЕРЖДАЮ
Директор Лаборатории
нейтронной физики им. И.М. Франка
В.Н. Швецов
"08" 06 2018 г.

ВЫПИСКА
из протокола заседания Научно-технического совета
ЛНФ от 06 июня 2018 г.

Численный состав НТС – 35 человек.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: 37 человек, из них 25 членов НТС.

СЛУШАЛИ: сообщение МУХИНА КОНСТАНТИНА АЛЕКСАНДРОВИЧА о содержании, основных положениях и выводах диссертационной работы «ИСТОЧНИК ХОЛОДНЫХ НЕЙТРОНОВ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНОГО МЕЗИТИЛЕНА С СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ РЕАКТОРА ИБР-2» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики. Научный руководитель: доктор технических наук, Н.Н. Агапов.

В обсуждении диссертации приняли участие 9 членов НТС, при этом выступающими было отмечено, что диссертационная работа Мухина К.А. по своей научной новизне, практической значимости и важности полученных результатов отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, и соответствует специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики. **Диссертация рекомендована к защите в диссертационном совете Д 720.001.02 в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина ОИЯИ.**

Заключение о диссертационной работе.

В диссертационной работе «Источник холодных нейтронов на основе дисперсного мезитилена с системой охлаждения для реактора ИБР-2» разработан комбинированный замедлитель нейтронов (КЗ 201) на основе дисперсного мезитилена в направлении экспериментальных пучков 1, 4, 5, 6, 9 реактора ИБР-2. В ходе работы на полномасштабном стенде проведено моделирование процесса загрузки шариков в камеру замедлителя, экспериментально доказана возможность применяя дисперсного мезитилена на КЗ 201. Подобраны оптимальные параметры работы устройств и физико-технические характеристики среды, обеспечивающие доставку шариков по трубопроводу сложной конфигурации с критическими углами подъема без их существенной дефрагментации, слипания и заторов. С учетом конфигурации замедлителя КЗ 201, а также особенностей расположения его системы перегрузки для возможности замены замедлителя, сервисного обслуживания и проведения ППР – было разработано, запатентовано и внедрено специальное разъемное криогенное соединение, позволяющее соединять (разъединять) замедлитель с инженерными коммуникациями системы охлаждения и транспортировки. Учитывая физические свойства мезитилена, есть возможность использовать его в широком диапазоне температур от 20К – 150К, смещая пик нейтронного потока в область коротких или длинных волн. Созданная система охлаждения комплекса замедлителей, позволяет использовать весь потенциал мезитилена, обеспечивая стабильный и независимы температурный режим в каждом из замедлителей в диапазоне от 20К до 150К. Предусмотрена система резервирования рефрижераторных установок, что повышает надежность работы системы охлаждения. Оптимизация криогенных трубопроводов, опор,

тепловых мостов системы охлаждения позволили снизить тепловую нагрузку на контуры системы и достигнуть расчетных температурных параметров в камере замедлителя КЗ 202 на уровне 22К, что дало выигрыш потока холодных нейтронов до 23%, при работе в одном направлении и до 2 раз при работе КЗ 202 и КЗ 201 одновременно.

Основные результаты работы:

1. **Впервые разработан и изготовлен** комбинированный замедлитель нейтронов в направлении пучков 1, 4, 5, 6, 9 на основе дисперсного мезитилена, повышающий выход длинноволновых нейтронов до 9 раз и тепловых (для канала № 1) до 1,4 раз.
2. В результате **экспериментального моделирования** на полномасштабном стенде КЗ 201 **детально изучена возможность загрузки** шариков мезитилена в камеру замедлителя **методом пневмотранспортировки** и **найден оптимальные физико-технические параметры** работы устройств и среды с учетом конфигурации пневмотрассы КЗ 201 для доставки шариков без заторов, разрушения и слипания.
3. **Впервые разработано и применено** специальное криогенное фланцевое разъемное соединение коммутирующее замедлитель и инженерные коммуникации пневмотрассы и системы охлаждения, не имеющее локального теплопритока, ступеньки или преграды по ходу движения и не вносящее коррективов в траекторию шарика.
4. **Создана система охлаждения комплекса замедлителей**, обеспечивающая независимый температурный режим в каждом замедлителе, а также позволяющая выбрать режим работы в диапазоне от 20К до 150К. Достигнуты проектные температурные параметры в камере замедлителя на уровне 22К, что повысило выход длинноволновых нейтронов до 23%, при работе на одном замедлителе и в 2 раза при работе на 2х замедлителях одновременно.

Основные результаты, изложенные в диссертации, получены самим автором, либо при определяющем вкладе автора.

Результаты, вошедшие в диссертацию, были доложены и обсуждались на следующих научных конференциях:

1. 2nd Joint seminar JINR – Romania on neutron physics for investigation of nuclei condensed matter and life science (JSJR) (Baia Mare, Romania, 2007 г.).
2. Конференция молодых ученых и специалистов ОМУС 2009 (Дубна, 2009 г.).
3. Конференция молодых ученых и специалистов ОМУС 2011 (Дубна, 2011 г.).
4. Комплекс холодных замедлителей нейтронов на мезитиленовых шариках\ " JCNS Laboratory Course on Neutron Scattering September 01-12, 2008 Forschungszentrum Julich
5. Стенд проверки теплопритоков в криогенный трубопровод\ " International Seminar-School Advanced Pulsed Neutron Sources PANS-III 29.01.2008-04.02.2008 г. г. Дубна ОИЯИ;
6. Conception of the Pelletized Solid Methane Cold Neutron Moderators\ " The 19th Meeting of the International Collaboration on Advanced Cold Neutron Sources (ICANS - XIX) March 8-12, 2010 in Grindelwald, Switzerland;
7. Экспериментальный стенд криогенного замедлителя " Семинар «Гелиевые течеискатели компании Adixen/Alcatel» 02 июня 2010 г. г. Москва;
8. «Вакуумная техника и технологии - 2010» 15-17 июня 2010 г. НОУ ИДПО «АТОМПРОФ» г. Санкт-Петербург;
9. "Комплекс криогенных замедлителей нейтронов на мезитиленовых шариках\ " 10-я международная «Байкальская Летняя Школа по Физике Элементарных Частиц по Астрофизике» 06-14 июля 2010 г. г. Иркутск;

10. «Экспериментальный стенд криогенного замедлителя» Научно-техническая конференция 5th European conference on neutron scattering (ECNS) (Prague, Czech Republic, 2011 г.).

11. 46th Crystallography course «The future of dynamic structural science» (Erice, Italy, 2013 г.).

12. "Cryogenic cold neutron moderator for nanostructure research on reactor IBR-2." Towards Reality in Nanoscale Materials VII Levi, Finland 10-12.02.2014.

13. "Combined neutron moderator for the IBR-2 reactor. Project of moderator with continuous change of pellets in the chamber on the basis of the combined moderator. Refrigerator 1200 Watt 10K for neutron moderators. Technical devise and support for moderators." ICANS XXI (International Collaboration on Advanced Cold Neutron Source, Mito, Japan 28.09-04.10.2014.

14. Конференция молодых ученых и специалистов ОМУС 2015 (Дубна, 2015 г.).

15. «Комплекс криогенных замедлителей нейтронов ректора ИБР-2. Статус работ.» Международная научно-технической конференции современные методы и средства исследования теплофизических св-в веществ, г. Санкт-Петербург (ИХиБТ НИУ ИТМО) 19-23/05/2015г.

16. «Технологическое обеспечение комплекса криогенных замедлителей нейтронов реактора ИБР-2.» Конференции молодых ученых и специалистов «Нарова 2015», ПИЯФ г. Гатчина 27/06-03/07/2015г.

17. "Combined neutron moderator for the IBR-2 reactor. Project of cold neutron source with moderator with continuous change of pellets in the chamber on the basis of the combined moderator. Cryogenic system for cold moderator complex. Technical device and support for moderators." VI European conference on neutron scattering (ECNS 2015), Zaragosa, Spain 29/08-05/09/2015.

18. 2nd Research coordination meeting related to the IAEA coordinated research project 1916 / F1.20.26 on advanced moderators for intense cold neutron beams in material research (Vienna, Austria, 2016)

19. Седьмая Российская молодежная школа по радиохимии и ядерным технологиям МГУ им. Ломоносова г. Кыштым 2016 г.

20. "Cryogenic cold neutron moderator (CM 201) for central direction of IBR-2 puls reactor. Cryogenic system for complex of cold moderator". ICANS XXII (International Collaboration on Advanced Cold Neutron Source, GB, Oxford 2017.

Всего опубликованных работ по теме диссертации с участием автора – 22 из них:

реферируемых ВАК – 7 работ, патентов на изобретение – 2.

1. Current status of development advanced pelletized cold moderators for the IBR-2M research reactor / K. Mukhin в соавторстве с A. Beliakov, M. Bulavin, S. Kulikov, E. Shabalin, A. Verhoglyadov // Physics of particles and nuclei, letters. – 2013. – Vol. 10. – №2. – P. 230-235.
2. Испытательный стенд шарикового криогенного замедлителя нейтронов реактора ИБР-2 / К.А. Мухин в соавторстве с В.Д. Ананьевым, А.А. Беляковым, А.А. Богдзелем, М.В. Булавиным, А.Е. Верхоглядным, Е.Н. Кулагиным, С.А. Куликовым, А.А. Кустовым, А.А. Любимцевым, Т.Б. Петуховой, А.П. Сиротиним, А.Н. Федоровым, Д.Е. Шабалиным, Е.П. Шабалиным, В.К. Широковым // Журнал приборы и техника эксперимента. – 2013. – №1. – С. 128-134.
3. Холодный замедлитель нейтронов на модернизированном реакторе ИБР-2 / К.А. Мухин в соавторстве с В.Д. Ананьевым, А.А. Беляковым, М.В. Булавиным, А.Е. Верхоглядным, С.А. Куликовым, Е.П. Шабалиным // Журнал технической физики. – 2014. – Т. 84, №2. – С. 131-134.
4. The world's first pelletized cold neutron moderator at a neutron scattering facility / К.А. Mukhin в соавторстве с V. D. Ananiev, A. A. Belyakov, M.V. Bulavin, A. E. Verkhoglyadov, E. N.

Kulagin, S.A. Kulicov, A. A. Kustov, E. P. Shabalin, D. E. Shabalin, T.B. Petukhova, A.P. Sirotin, V.K. Shirokov // Nuclear instruments and methods in physics – 2014. – Vol. 320. – P. 70-74.

5. Control system of pelletized cold neutron moderator of the IBR-2 reactor / К.А. Mukhin в соавторстве с А.А. Belyakov, М.В. Bulavin, А.Н. Chernikov, А. Churakov, S. A. Kulikov, E. Litvinenko, А. Petrenko, А. Е. Verkhoglyadov, E. N. Kulagin, K. A. Mukhin, E. P. Shabalin, T.B. Petukhova, A.P. Sirotin, V.K. Shirokov // Physics of particles and nuclei letters. – 2015. – Vol. 12, №6. – P. 773-777.
6. Possibility of loading the chamber of the “central” pelletized cold moderator for IBR–2 reactor beams 1, 4–6, and 9 / К.А. Mukhin в соавторстве с А. А. Belyakov, М. V. Bulavin, А. Е. Verkhoglyadov, V. A. Skuratov, I. A. Smelyansky, S. A. Kulikov, А. А. Kustov, А. А. Lyubimtsev, А. P. Sirotin, V. K. Shirokov and T. B. Petukhova // Physics of particles and nuclei letters. – 2016. – Vol. 13, №6. – pp. 774-781.
7. Оптимизация и сравнение вариантов головной части замедлителя «центрального» направления реактора ИБР-2 / Мухин К.А., в соавторстве с Роговым А.Д. // Письма в ЭЧАЯ. 2018. Т. 15, № 2(214). С. 152 – 161.

Патенты по теме работы:

1. Пат. 2492538 Российская Федерация, МПК G 21 К 001/00. Шариковый холодный замедлитель нейтронов [Текст] / К.А. Мухин в соавторстве с В.Д. Ананьевым, А.А. Беляковым, М.В. Булавиным, А.Е. Верхоглядным, С.А. Куликовым, А.А. Кустовым, Д.Е. Шабалиным, Е.П. Шабалиным; заявитель и патентообладатель Объединенный институт ядерных исследований. – Оpubл. RU БИПМ № 35, 10.09.2013. – С. 2.
2. Пат. 2650509 Российская Федерация, МПК G 21 К 1/00. Криогенное фланцевое разъемное соединение для шарикового холодного замедлителя нейтронов [Текст] / Мухин К.А. в соавторстве с Кустовым А.А.; заявитель и патентообладатель Объединенный институт ядерных исследований. – Оpubл. RU Бюл. № 11, 16.04.2018. – С. 12.

Всего опубликованных работ по теме диссертации с участием автора – 22

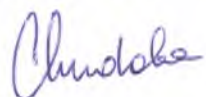
ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать представленную МУХИНЫМ КОНСТАНТИНОМ АЛЕКСАНДРОВИЧЕМ диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики к защите в диссертационном совете Д 720.001.02 в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина ОИЯИ.
2. Утвердить текст заключения о диссертационной работе МУХИНА КОНСТАНТИНА АЛЕКСАНДРОВИЧА.

Председатель НТС ЛНФ

 А.И. Франк

Ученый секретарь ЛНФ ОИЯИ

 Д. Худоба