

Портфолио аспиранта 1 года обучения

Тимиряева Расима Радиковича



1. Персональные данные и краткая биография

Тимиряев Расим Радикович, гражданин РФ, родился 6 февраля 1998 года в городе Мелеуз Республики Башкортостан. В октябре 2022 года поступил в аспирантуру ИПСМ РАН на направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профиль 01.04.07 Физика конденсированного состояния. Тема научно-исследовательской работы «Разработка инварного сплава с повышенной прочностью» утверждена Ученым советом ИПСМ РАН, протокол № 17-22 от 20 октября 2022 года. В данный момент работает стажером-исследователем в лаборатории №04

«Наноматериалы и нанотехнологии» ИПСМ РАН. Научный руководитель – д.т.н. Имаев Ренат Мазитович.

В 2016 году окончил МОБУ Гимназия №3 г. Мелеуз. В том же году поступил в Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет» (БашГУ), в Физико-технический институт (ФТИ), на кафедру «Физики и технологии наноматериалов».

В 2020 году защитил выпускную квалификационную работу на тему «Ионное распыление наноструктурного металла», была присвоена квалификация бакалавр по направлению 28.03.03. «Наноматериалы».

В 2022 году защитил на «отлично» выпускную квалификационную работу на тему «Исследование влияния субмикроструктурной структуры железа и стали 09Г2С на работу выхода электрона и коррозионную стойкость», была присвоена квалификация магистр по направлению 18.04.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

2. Достижения до поступления в аспирантуру

За время обучения в БашГУ и УГНТУ участвовал в 7 конференциях: 4 международных и 3 всероссийских конференциях молодых ученых и аспирантов.

Опубликованные при обучении в университете статьи:

1. Khisamov R.Kh., Nazarov K.S., Irzhak A.V., Shayakhmetov R.U., Musabirov I.I., Timirayev R.R., Yumaguzin Yu.M., Mulyukov R.R. Effect of deformation nanostructuring of nickel and copper on ion sputtering with a focused gallium ion

- beam with an energy of 30 keV. // Письма о материалах. 2019. Т. 9. № 2 (34). С. 212-217. DOI: 10.22226/2410-3535-2019-2-212-217
2. Хисамов Р.Х., Тимиряев Р.Р., Сафаров И.М., Мулюков Р.Р. Поверхность субмикроструктурного никеля после распыления ионами аргона энергией 5кэВ при различных углах падения ионов. // Письма о материалах. 2020. Т. 10. № 2 (38). С. 223-226. DOI: 10.22226/2410-3535-2020-2-223-226
 3. Khisamov R.Kh., Khalikova G.R., Kistanov A.A., Korznikova G.F., Korznikova E.A., Nazarov K.S., Sergeev S.N., Shayakhmetov R.U., Timiryayev R.R., Yumaguzin Yu.M., Mulyukov R.R. Microstructure, microhardness and work function of in-situ Al-Cu composite processed by mechanical alloying by means of high-pressure torsion. // Continuum Mech. Thermodyn. 2022. DOI: 10.1007/s00161-022-01145-0
 4. R.R. Timiryayev, K.S. Nazarov, G.F. Korznikova, R.R. Kabirov, G.R. Khalikova, R.Kh. Khisamov, R.U. Shayakhmetov, R.R. Mulyukov. Mechanical tensile properties of an Al-Nb composite obtained by deformation of shear under pressure // Materials. Technologies. Design. 2021. Vol. 3, No. 2(4), P. 5-12.
 5. Timiryayev R.R., Nazarov K.S., Korznikova G.F., Kabirov R.R., Khalikova G.R., Khisamov R.H., Shayakhmetov R.U., Mulyukov R.R. Tensile properties of HPT-processed Al-Nb composite. // AIP Conference Proceedings. 2022. V. 2533. 020012. <https://doi.org/10.1063/5.0099257>
 6. K.S. Nazarov, G.F. Korznikova, R.K. Khisamov, R.R. Timiryayev, E.A. Korznikova, G.R. Khalikova, R.U. Shayakhmetov, S.N. Sergeyev, R.R. Kabirov, R.R. Mulyukov. Mechanical properties of Al–Nb in situ metal-matrix composites fabricated by constrained high pressure torsion at 10 GPa and subsequent annealing. Letters on Materials 12 (4), 2022 pp. 360-366. doi.org/10.22226/2410-3535-2022-4-360-366

3. Достижения в освоении образовательной программы аспирантуры

4. Достижения в научно-исследовательской деятельности

2019			
1	Effect of deformation nanostructuring of nickel and copper on ion sputtering with a focused gallium ion beam with an energy of 30 keV (научная статья).	Khisamov R.Kh., Nazarov K.S., Irzhak A.V., Shayakhmetov R.U., Musabirov I.I., Timirayev R.R. , Yumaguzin Yu.M., Mulyukov R.R.	Письма о материалах. 2019. Т. 9. № 2 (34). С. 212-217. DOI: 10.22226/2410-3535-2019-2-212-217

2	Effect of nanostructuring of iron on the sputtering by Ar ions 5 keV	Khisamov R.Kh., Shayakhmetov R.U., Musabirov I.I., Nazarov K.S., Timiryayev R.R. , Yumaguzin Yu.M., Mulyukov R.R.	Ion-Surface Interactions ISI-2019 Proceedings of the XXIV International Conference. Сборник трудов XXIV Международной конференции. 2019. С. 96-98.
3	Sputtering by focused ion beam Ga ⁺ of nanostructured nickel (стендовый доклад).	Nazarov K.S., Sergeev S.N., Khisamov R.Kh., Timiryayev R.R. , Yumaguzin Yu.M., Mulyukov R.R.	Ion-Surface Interactions ISI-2019 Proceedings of the XXIV International Conference. Сборник трудов XXIV Международной конференции. 2019. С. 103-105.
4	Ионное распыление металломатричного композита Al-Cu полученного деформацией методом сдвига под давлением	Назаров К.С., Хисамов Р.Х., Сергеев С.Н., Мусабиров И.И., Шаяхметов Р.У., Тимиряев Р.Р. , Корзникова Г.Ф., Мулюков Р.Р.	Ion-Surface Interactions ISI-2019 Proceedings of the XXIV International Conference. Сборник трудов XXIV Международной конференции. 2019. С. 106-109.
2020			
5	Поверхность субмикроструктурного никеля после распыления ионами аргона энергией 5кэВ при различных углах падения ионов (научная статья).	Хисамов Р.Х., Тимиряев Р.Р. , Сафаров И.М., Мулюков Р.Р.	Письма о материалах. 2020. Т. 10. № 2 (38). С. 223-226. DOI: 10.22226/2410-3535-2020-2-223-226
2021			
6	Механические свойства на растяжение композита Al-Nb полученного деформацией сдвига под давлением (стендовый доклад).	Р.Р. Тимиряев , К.С. Назаров, Г.Ф. Корзникова, Р.Р. Кабилов, Г.Р. Халикова, Р.Х. Хисамов, Р.Р. Мулюков.	V Международная научно-техническая конференция «Мавлютовские чтения». 22–25 марта 2021 года, г. Уфа, Россия.
7	Irradiation of magnesium by argon ions with energy 5 keV, processed by severe plastic deformation (стендовый доклад).	R.Kh. Khisamov, R.R. Timiryayev , S.N. Sergeev, E.A. Korznikova, K.S. Nazarov, R.U. Shayakhmetov, G.F. Korznikova, R.R. Mulyukov.	XXV Международная конференция Взаимодействие ионов с поверхностью «ВИП-2021». Труды XXV Международной конференции. Посвящается 100-летию со дня рождения А.Д. Сахарова. Москва, 2021. С. 100-103.

8	Low-energy ion sputtering of ultrafine grained tungsten by Ar ⁺ ions.	K.S. Nazarov, R.Kh. Khisamov, R.R. Timiryayev , R.R. Mulyukov.	XXV Международная конференция Взаимодействие ионов с поверхностью «ВИП-2021». Труды XXV Международной конференции. Посвящается 100-летию со дня рождения А.Д. Сахарова. Москва, 2021. С. 132-134.
9	Влияние наноструктуры в трубной стали 09Г2С на эрозию в морской воде (стендовый доклад)	Р.Р. Тимиряев , Р.Х. Хисамов, Р.Р. Мулюков.	Международная конференция «Физика и технологии перспективных материалов-2021». 5-8 октября 2021, г.Уфа, Россия.
10	Mechanical tensile properties of an Al-Nb composite obtained by deformation of shear under pressure (научная статья)	R.R. Timiryayev , K.S. Nazarov, G.F. Korznikova, R.R. Kabirov, G.R. Khalikova, R.Kh. Khisamov, R.U. Shayakhmetov, R.R. Mulyukov.	Materials. Technologies. Design. 2021. Vol. 3, No. 2(4), P. 5-12.
2022			
11	Повышение прочности трубной стали 09Г2С	Р.Р. Тимиряев	VIII Межрегиональная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Теоретические и экспериментальные исследования нелинейных процессов в конденсированных средах. Уфа, 22–23 апреля 2022 года.
12	Tensile properties of HPT-processed Al-Nb composite (научная статья).	R.R. Timiryayev , K.S. Nazarov, G.F. Korznikova, R.R. Kabirov, G.R. Khalikova, R.Kh. Khisamov, R.U. Shayakhmetov, R.R. Mulyukov	AIP Conference Proceedings. 2022. V. 2533. 020012. https://doi.org/10.1063/5.0099257
13	Microstructure, microhardness and work function of in-situ Al-Cu composite processed by mechanical alloying by means of high-pressure torsion (научная статья).	R.Kh. Khisamov, G.R. Khalikova, A.A. Kistanov, G.F. Korznikova, E.A. Korznikova, K.S. Nazarov, S.N. Sergeev, R.U. Shayakhmetov, R.R. Timiryayev , Yu.M. Yumaguzin, R.R. Mulyukov	Continuum Mechanics and Thermodynamics. 2022. https://doi.org/10.1007/s00161-022-01145-0
13	Mechanical properties of Al-Nb in situ metal-matrix composites fabricated by constrained high pressure torsion at 10 GPa and	K.S. Nazarov, G.F. Korznikova, R.K. Khisamov, R.R. Timiryayev , E.A. Korznikova,	Letters on Materials 12 (4), 2022 pp. 360-366. doi.org/10.22226/2410-3535-2022-4-360-366

	subsequent annealing (научная статья).	G.R. Khalikova, R.U. Shayakhmetov, S.N. Sergeyev, R.R. Kabirov, R.R. Mulyukov.	
13	Структура и механические свойства композита Al-Nb, полученного кручением под давлением 10 ГПа (стендовый доклад)	Тимиряев Р.Р. , Назаров К.С., Хисамов Р.Х., Кабиров Р.Р., Корзникова Г.Ф., Шаяхметов Р.У., Халикова Г.Р., Сергеев С.Н., Мулюков Р.Р.	Открытая школа-конференция стран СНГ «Ультрамелкозернистые и наноструктурные материалы» Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 3-7 октября 2022 г.
14	Получение металломатричного композита Al-Ti с упрочняющей интерметаллидной фазой кручением под высоким давлением	Арсланов М.А., Назаров К.С., Юлтыева Ю.С., Сергеев С.Н., Тимиряев Р.Р. , Мулюков Р.Р.	Открытая школа-конференция стран СНГ «Ультрамелкозернистые и наноструктурные материалы» Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 3-7 октября 2022 г.

Основные результаты исследований:

1. В результате кручения под высоким давлением в образцах трубной стали сформирована наноструктура со средним размером зерен 250 нм. Значение микротвердости НС образцов составило 500 НВ. После отжига НС образцов в диапазоне температур от 100 до 400°C значения среднего размера зерен и микротвердости не изменились. Отжиг НС образцов при 600°C привел к повышению среднего размера зерен до 1 мкм, при этом микротвердость образцов снизилась до 250 НВ. В результате отжига НС образцов при 900°C значения среднего размера зерен и микротвердости составили 6 мкм и 150 НВ, соответственно. Эти значения были близки к значениям размера зерен и микротвердости исходных до деформации микрокристаллических образцов стали. Снижение микротвердости НС образцов стали при отжиге связали с увеличением размера зерен согласно известному соотношению Холла-Петча.

2. Исследованы эрозионные свойства стали 09Г2С. Исследования показали, что скорость эрозии НС образцов на 20-30% превышает скорость эрозии микрокристаллических образцов со средним размером зерен 6 мкм. На основе электронно-микроскопических исследований определили, что на поверхности образцов эрозия происходит за счет образования ямок травления. На поверхности НС образцов концентрация ямок травления больше, чем на микрокристаллическом образце. Это явилось следствием повышения скорости эрозии НС образцов относительно микрокристаллических образцов.

3. Проведены исследования композита Al-Nb, полученный кручением под высоким давлением (КВД) на наковальнях Бриджмена с канавками, на механические свойства при растяжении. Ограниченная обработка КВД

применялась к набору из трех дисков с чередованием слоев, т.е. Al-Nb-Al. при комнатной температуре под давлением 5 ГПа при 30 оборотах и скорости 2 об/мин. Исследования поперечного сечения полученного композита показали, что дробление и механическое перемешивание ниобия в алюминиевой матрице происходило практически по всему объему. В центральной области композита перемешивание выражено слабо из-за малой степени деформации. Механические испытания композитных образцов проводились для трех состояний: в состоянии после обработки; после отжига при 400 °С; после отжига при 600°С. Испытания на растяжение образцов, вырезанных из зоны, соответствующей середине радиуса композита, показали значения предела прочности: для исходного состояния - 177 МПа; после последующего отжига при 400 °С – 337 МПа; а после отжига при 600 °С - 291 МПа. Фрактографические исследования показали, что дисперсная фаза Al₃Nb хорошо видна на поверхностях излома как неотожженных, так и отожженных образцов. Пластическая деформация в композите происходила в основном через алюминиевую матрицу; ниобий практически не деформировался. Упрочнение происходит по дисперсному механизму за счет фазы Al₃Nb, образующейся на границах Al/Nb. Формирование оптимального размера упрочняющей фазы наблюдается при отжиге при 400 °С.

4. Исследовано нетривиальное явление роста микротвердости под действием отжига композиционных образцов полученных механическим легированием разнородных металлов методом интенсивной пластической деформации. Это было объяснено выделением интерметаллических фаз вблизи межфазных границ Al–Cu. Микроструктурные наблюдения и рентгеноструктурный анализ определили набор интерметаллических фаз, присутствующих в деформированном композите. Наблюдалось образование фаз Al₂Cu и Al₄Cu₉. Хорошо известно, что фазовый состав материала оказывает сильное влияние как на электронные, так и на механические свойства, зависящие как от характера межатомной связи, так и от прочности. Используя подход теории функционала плотности, были рассчитаны значения работы выхода (РВ) интерметаллических фаз и проведено сравнение их с экспериментально измеренными значениями РВ композита с металлической матрицей. Сравнение результатов позволило сделать вывод об их достаточном совпадении. В связи с тем, что количественный и качественный состав интерметаллидных фаз в композите можно контролировать с помощью режимов термомеханической обработки, такой подход можно рассматривать как способ управления значением РВ материала. А после установления соотношения электронных и механических свойств определенные металломатричные композиты можно рассматривать как подход к созданию композита с заданным комплексом физико-механических свойств.

Статьи, опубликованные за период обучения в аспирантуре:

1-й год обучения (2022-2023 уч. год):

1. Khisamov R.Kh., Khalikova G.R., Kistanov A.A., Korznikova G.F., Korznikova E.A., Nazarov K.S., Sergeev S.N., Shayakhmetov R.U., Timiryayev R.R., Yumaguzin Yu.M., Mulyukov R.R. Microstructure, microhardness and work function of in-situ Al-Cu composite processed by mechanical alloying by means of high-pressure torsion. // *Continuum Mech. Thermodyn.* 2022. DOI: 10.1007/s00161-022-01145-0
2. Timiryayev R.R., Nazarov K.S., Korznikova G.F., Kabirov R.R., Khalikova G.R., Khisamov R.H., Shayakhmetov R.U., Mulyukov R.R. Tensile properties of HPT-processed Al-Nb composite. // *AIP Conference Proceedings.* 2022. V. 2533. 020012. <https://doi.org/10.1063/5.0099257>
3. K.S. Nazarov, G.F. Korznikova, R.K. Khisamov, R.R. Timiryayev, E.A. Korznikova, G.R. Khalikova, R.U. Shayakhmetov, S.N. Sergeyev, R.R. Kabirov, R.R. Mulyukov. Mechanical properties of Al–Nb in situ metal-matrix composites fabricated by constrained high pressure torsion at 10 GPa and subsequent annealing. // *Letters on Materials* 12 (4), 2022 pp. 360-366. doi.org/10.22226/2410-3535-2022-4-360-366

Тезисы конференций, опубликованные за время обучения в аспирантуре

1-й год обучения (2022-2023 уч. год):

1. Тимиряев Р.Р., Назаров К.С., Хисамов Р.Х., Кабиров Р.Р., Корзникова Г.Ф., Шаяхметов Р.У., Халикова Г.Р., Сергеев С.Н., Мулюков Р.Р. Структура и механические свойства композита Al-Nb, полученного кручением под давлением 10 ГПа. Ультрамелкозернистые и наноструктурные материалы: сборник тезисов докладов Открытой школы-конференции стран СНГ (г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 3-7 октября 2022 г.) / отв. ред. А.А. Назаров. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2022. – 127 с.
2. Арсланов М.А., Назаров К.С., Юлтыева Ю.С., Сергеев С.Н., Тимиряев Р.Р., Мулюков Р.Р. Получение металломатричного композита Al-Ti с упрочняющей интерметаллидной фазой кручением под высоким давлением. Ультрамелкозернистые и наноструктурные материалы: сборник тезисов докладов Открытой школы-конференции стран СНГ (г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 3-7 октября 2022 г.) / отв. ред. А.А. Назаров. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2022. – 12 с.