

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(Минобрнауки России)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(КарНЦ РАН)

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ – ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ИГ КарНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИГ КарНЦ РАН,
С.А.Светов
_____ Г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
№ 22-ИГ-2024
«ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛЕЗНОГО
ИСКОПАЕМОГО НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «ДЯДИНА ГОРА», РАСПОЛОЖЕННОГО В
ЛОУХСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ»

Руководитель ИЦ:

К.Т.Н.

В.А. Шеков

Петрозаводск 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель

Руководитель Испытательного
центра ИГ КарНЦ РАН, к.т.н.



В.А. Шеков (контроль
выполнения работ)

Заместитель руководителя,
к.т.н.



О.В.Мясникова
(контроль, написание
отчета)

Стар. инженер-технолог



Н.Б. Кураш
(средняя плотность,
водопоглощение, истинная
плотность, пористость,
истираемость,
сопротивления одноосному
сжатию в сухом, в
насыщенном водой
состоянии, после 50 циклов
замораживания-оттаивания)

Стар. лаборант



Т.А. Напреева
(средняя плотность,
водопоглощение, истинная
плотность, пористость,
истираемость,
сопротивления одноосному
сжатию в сухом, в
насыщенном водой
состоянии, после 50 циклов
замораживания-оттаивания)

Инженер-технолог



Т.В. Матусевич
(определение солестойкости)

Стар. физик



М.О. Цветков
(определение удельной
эффективной активности
естественных радионуклидов)

РЕФЕРАТ

Отчет 10 с., табл. 7.

ГОРНАЯ ПОРОДА, ИСТИННАЯ ПЛОТНОСТЬ, СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ, ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ, ПОРИСТОСТЬ, ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ, СНИЖЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ ПОРОДЫ ПРИ ВОДОНАСЫЩЕНИИ, МОРОЗОСТОЙКОСТЬ, ИСТИРАЕМОСТЬ, СОЛЕСТОЙКОСТЬ.

Объектом исследования является полезное ископаемое месторождения «Дядина Гора», расположенной в Лоухском районе Республики Карелия.

Цель работы: определение физико-механических свойств полезного ископаемого месторождения «Дядина Гора» и возможности использования его для производства блоков.

Работы проведены на оборудовании Испытательной лаборатории горных пород ИГ КарНЦ РАН - обособленного подразделения ФБГУН Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук» на основании свидетельства об аккредитации № ИЛ-РОС-000841 системы добровольной сертификации национальной системы оценки соответствия «РосОснова» регистрационный № РОСС RU.32368.04НСО0. Срок действия свидетельства с 19 апреля 2024 года по 19 апреля 2027 года.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	2
РЕФЕРАТ	3
СОДЕРЖАНИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЯДИНА ГОРА».....	6
ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ	7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ($A_{эфф}$) ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ (ЕРН) В ПОЛЕЗНОМ ИСКОПАЕМОМ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЯДИНА ГОРА» УЧАСТОК 2.....	9
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЯДИНА ГОРА».....	10

ВВЕДЕНИЕ

Метаморфические горные породы используются, главным образом, в качестве строительных материалов. Пригодность этих пород для такого применения зависит от физико – механических и технологических свойств, минерального и химического состава, структурно – текстурных особенностей.

Требования промышленности к строительным материалам регламентируются соответствующими ГОСТами.

Требования к блокам представлены в ГОСТе 9479-2011 «Блоки из горных пород для производства облицовочных, архитектурно – строительных, мемориальных и других изделий. Технические условия».

ГОСТ 23342-2012 «Изделия архитектурно-строительные из природного камня. Технические условия».

ГОСТ 9480-2012 «Плиты облицовочные из природного камня. Технические условия».

ГОСТ 30629-99 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний».

ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

Испытания проводились по программе, согласованной с заказчиком в соответствии с договором № 22 - ИГ-2024.

В настоящем отчете приведены результаты исследования полезного ископаемого месторождения «Дядина Гора», расположенного в Лоухском районе Республики Карелия.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЯДИНА ГОРА»

Полный цикл физико-механических испытаний исходной горной породы по ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний»

Наименование показателя	Количество испытаний
Определение средней плотности, п. 6.3.1	1
Определение истинной плотности, п. 6.3.2	1
Определение пористости, п. 6.3.4	1
Определение водопоглощения, п. 6.4	1
Определение предела прочности при сжатии в сухом состоянии, п. 6.5	1
Определение предела прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, п. 6.5	1
Определение предела прочности после 50 циклов замораживания-оттаивания, п. 6.10	1
Определение истираемости горной породы (истираемость на круге ЛКИ-3), п. 6.8	1
Определение солестойкости, п. 6.12	1
Изготовление образцов из керна	1
Определение содержания радионуклидов	1

ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Таблица 1 – Предел прочности при сжатии горной породы
ГОСТ 30629-2011 п. 6.5

Шифр пробы	Шифр образца	Предел прочности при сжатии горной породы в сухом состоянии ($R_{сж}$), МПа	Среднее значение $R_{сж}$, МПа	№ п.п.	Предел прочности при сжатии горной породы в водонасыщенном состоянии ($R_{сж}^1$), МПа	Среднее значение $R_{сж}^1$, МПа	Снижение прочности при сжатии породы при водонасыщении, %
П 1	1	53	79	6	53	65	17,6
	2	61		7	64		
	3	104		8	105		
	4	102		9	44		
	5	75		10	60		

Таблица 2 – Морозостойкость горной породы
ГОСТ 30629-2011 п. 6.10

Шифр пробы	Шифр образца	Предел прочности при сжатии горной породы после 50 циклов попеременного замораживания-оттаивания ($R_{сж}^м$), МПа	Среднее значение $R_{сж}^м$, МПа	Марка по морозостойкости ГОСТ 9479-2011 п. 5.1.3
П 1	11	85	63	F 50
	12	47		
	13	56		
	14	75		
	15	52		

Таблица 3 – Плотность, пористость и водопоглощение
ГОСТ 30629-2011 п. 6.3 и п. 6.4

Шифр пробы	Шифр образца	Средняя плотность, г/см ³	Среднее значение средней плотности, г/см ³	Водопоглощение, %	Среднее значение водопоглощения, %	Истинная плотность, г/см ³	Пористость, %
П 1	6	2,71	2,68	0,13	0,13	$\frac{2,71-2,73}{2,72}$	1,47
	7	2,67		0,13			
	8	2,63		0,14			
	9	2,71		0,12			
	10	2,69		0,15			

Таблица 4 – Истираемость горной породы
ГОСТ 30629-2011 п. 6.8

Шифр пробы	№ образца	Истираемость (Рист)	
		Рист, г/см ²	Рист, мм
П 1	1	0,13	0,46
	2	0,02	0,09
	3	0,06	0,21
	4	0,05	0,17
	5	0,07	0,25
	6	0,05	0,17
Среднее значение		0,06	0,23

Таблица 5 – Солестойкость
ГОСТ 30629-2011 п. 6.12

Шифр пробы	№ п.п.	Потеря массы после 10 циклов испытания, %	Среднее значение, %
П 1	11	0,09	0,16
	12	0,18	
	13	0,07	
	1	0,23	
	15	0,22	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ($A_{эфф}$)
ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ (ЕРН) В ПОЛЕЗНОМ ИСКОПАЕМОМ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЯДИНА ГОРА» УЧАСТОК 2

Таблица 6 – Удельная эффективная активность естественных радионуклидов

Проба	№ навески	Удельная активность, Бк/кг			$A_{эфф.}$, Бк/кг	Δ , Бк/кг	$A_{эфф.м.}$, Бк/кг
		Ra-226	Th-232	K-40			
П-1	1	8	19	664	88	17	109
	2	8	19	745	95	18	
	3	15	16	680	94	17	
	4	9	21	741	99	16	
	5	8	13	705	84	17	

Примечание: Δ – абсолютная погрешность определения значений $A_{эфф}$.

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1.31 \times A_{Th} + 0.085 \times A_{K},$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} – удельные активности радия, тория и калия в Бк/кг.

Испытания проведены на приборе РКГ-АТ1320 №21527. Прибор аттестован до 04.09.2024 г.

За результат определения удельной эффективной активности ЕРН в полезном ископаемом и установления класса материала в соответствии с ГОСТ 30108–94 принимается значение $A_{эфф.м.}$, рассчитываемое как сумма среднеарифметических значений $A_{эфф.}$, Бк/кг и Δ , Бк/кг.

Заключение: Удельная эффективная активность естественных радионуклидов изученных проб горных пород месторождения «Дядина Гора», участок 2 составляет 109 Бк/кг для пробы П-1. Горные породы месторождения «Дядина Гора», участок 2 могут быть использованы без ограничений для всех видов облицовочных и строительных работ.

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЯДИНА ГОРА»**

Таблица 7 – Физико-механические характеристики полезного ископаемого месторождения «Дядина Гора»

Тип горной породы – гнейс

Метод испытания		Предельные значения		Среднее значение
		минимальное	максимальное	
Предел прочности при одноосном сжатии в сухом состоянии, МПа		53	104	79
<i>Требования ГОСТ 9479 – 2011 к пределу прочности при сжатии породы в сухом состоянии</i>		<i>не менее 70 МПа для гнейса</i>		
Предел прочности при одноосном сжатии в водонасыщенном состоянии, МПа		44	105	65
Снижение прочности при сжатии породы при водонасыщении, %		17,6		
<i>Требования ГОСТ 9479 – 2011 к снижению прочности при сжатии породы при водонасыщении</i>		<i>не более 25% для гнейса</i>		
Предел прочности при одноосном сжатии после 50 циклов замораживания-оттаивания, МПа		47	85	63
Морозостойкость (потеря прочности при сжатии после установленного числа циклов попеременного замораживания-оттаивания не превышает 20%)		3,3% F 50		
Средняя плотность, кг/м ³		2630	2710	2680
<i>Требования ГОСТ 9479 – 2011 к средней плотности горных пород</i>		<i>Не менее 2500 кг/м³ для гнейса</i>		
Водопоглощение, %		0,12	0,15	0,13
<i>Требования ГОСТ 9479 – 2011 к водопоглощению горных пород</i>		<i>Не более 0,75 % для гнейса</i>		
Истинная плотность, кг/м ³		2710	2730	2720
Пористость исходной горной породы, %		1,47		
Солестойкость, %		0,07	0,23	0,16
<i>Требования ГОСТ 9479 – 2011 к потере массы образцов после испытания в Na₂SO₄</i>		<i>не более 5% после 10 циклов</i>		
Истираемость	R _{ист} , г/см ²	0,02	0,13	0,06
	R _{ист} , мм	0,09	0,46	0,23
<i>Требования ГОСТ 9479-2011 к истираемости при значительной и весьма значительной интенсивности механического воздействия</i>		<i>Не более 0,5 г/см² Не более 1,9 мм</i>		
Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг		109		
<i>Требования ГОСТ 9479 – 2011 к суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов</i>		<i>до 370 Бк/кг для внутренней и наружной облицовки частных, общественных, административных зданий и сооружений, метрополитенов, вокзалов</i>		