

УДК 622.70:620.11

**ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ БАЗАЛЬТОВЫМ ФИЛЬТРОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ****Камолов Бури Сирожович**<sup>1</sup> – ст. преподаватель, соискатель, e-mail: [kamolov.b.s@mail.ru](mailto:kamolov.b.s@mail.ru)**Курбанов Абдирахим Ахмедович**<sup>2</sup> – техника фанлари доктори, профессор,e-mail: [bo\\_bosh@mail.ru](mailto:bo_bosh@mail.ru)**Сатторов Лазиз Холмуродович**<sup>1</sup> - техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент,e-mail: [Sattorovlaziz@mail.com](mailto:Sattorovlaziz@mail.com)**Рашидова Раъно Каюмовна**<sup>2</sup> - техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент,e-mail: [azizon@mail.com](mailto:azizon@mail.com)<sup>1</sup>Каршинский инженерно-экономический институт. г. Карши, Республика Узбекистан.<sup>2</sup>Навоийский государственный горно-технологический университет. г. Навои, Республика Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье отражены показатели изучения процессов переработки местных базальтовых минералов, на основании, которых перерабатываются базальты. Рассматриваются результаты физического и химического исследования, приводятся рекомендации по переработке минералов и получения волокон. В статье рекомендуется изготовить опытные образцы воздушных фильтров из базальтового волокна, которые могут быть использованы для улавливания вредных органических примесей из источников выбросов в атмосферу вредных газов литейных цехов.

**Ключевые слова:** микроструктура, базальты, структура, минералогический состав, химический состав, структура, кристаллическая структура, метабаза́лт, порода.

**Abstract.** This article reflects the indicators of studying the processes of processing local basalt minerals, on the basis of which basalts are processed. The results of physical and chemical research are considered, recommendations for processing minerals and obtaining fibers are given. The article recommends making prototypes of air filters made of basalt fiber, which can be used to capture harmful organic impurities from sources of harmful gases emitted into the atmosphere by foundries.

**Keywords:** Microstructure, basalts, structure, mineralogical composition, chemical composition, structure, crystal structure, metabasalt, rock.

**Введение.** Особенности базальтовых волокон. Базальтоволоконистые материалы являются одним из направлений получения продукции фильерного производства, где главным инструментом перерабатываемых базальтов считается плавильная печь. Об этом свидетельствуют результаты исследования особенностей переработки базальтов «Асмансай» [1,2,3]. Подготовка и переработка базальтов в данной печи ведется по известной технологии. Если рассмотреть способ изготовления базальтового волокнистого материала, то процесс можно считать несложным. В отличие от технологического процесса получения продукции в литой форме петругического производства, в производстве волокнистых материалов после образования расплава жидкий базальт проходит через фильеру, где расплав превратится в поток струи.

Для превращения в струю жидкого базальта в технологический режим добавлен раздувочный аппарат. Аппарат работает с помощью потока горячего воздуха, который подается под давлением 1-2 atm. Процесс переработки сырья и производство волокон происходит следующим образом. В данном случае эффективным вариантом выполнения работы считаем следующий процесс получения базальтового волокна: производится среднее дробление; грохочение базальтов с промывкой и удалением шламов; сушка продукта и получения крошки размером в пределах 5÷6 mm; подготовка печи к работе, подогрев до

800 °С; подача базальтового продукта в печь; подготовка расплава до температуры 1400÷1450 °С; формирование непрерывных первичных волокон фильерным питателем; раздув первичных волокон на вторичное волокно; формирование холста волокон, размером диаметра в пределах 6÷600 мкм, на приемный барабан [2,3,4].

**Результаты исследования и их сущность.** Кристаллическая структура практически исключает возможность слипания волокон друг с другом. Пространство, которое образуется между волокнами в момент их прилегания, образует щели для свободного прохождения газов через фильтрующий материал перегородок. Последнее можно аргументировать тем, что наличие в фильтрующем материале сквозных пор позволяет пропускать газ беспрепятственно, но задерживает при этом пыли газовой фазы. Отсутствие гигроскопичности и набухаемости доказывает, что базальтовые волокна не впитывают влагу и в данном случае. При постоянном давлении потока газов фильтрующий материал сохраняет свои первоначальные геометрические параметры в любой влажной среде. Газоочистительные фильтрующие материалы под названием воздушные фильтры прошли производственные испытания в газоочистительных сооружениях литейного цеха АО НМЗ НГМК [1,2,3,5].

Перечисленные положительные химические и физико-механические показатели базальтового волокна позволили изготовить опытные образцы воздушных фильтров. Эти фильтры в опытном порядке использовались для определения коэффициента улавливания вредных органических примесей из источников выбросов в атмосферу вредных газов литейных цехов заводов. Для этого была разработана «Методика по определению массовой концентрации пыли в воздухе». В зависимости от назначения могут быть изготовлены различные типы базальтоволокнистых фильтрующих материалов, которые наилучшим образом и наиболее эффективно могут удовлетворить требования горно-обогатительных, металлургических и химических предприятий. Одним из важнейших моментов изготовления базальтоволокнистого фильтра является его запрессовка. При запрессовке и изготовлении базальтоволокнистого фильтрующего материала могут быть использованы различные минимальные усилия прессования её набивки. Они меняются в зависимости от технических условий, потребностей, упрочнений, стабилизаций.

Хорошая химическая стойкость базальтоволокнистого фильтрующего материала расширяет область применения этого материала. Высокая механическая прочность базальтовых волокон (1800-:-2500 МПа ) создает условие, чтобы выдерживать большие нагрузки. Базальтовые волокна имеют повышенную термостойкость. Базальтоволокнистый фильтрующий материал является эффективным заменителем существующих на практике натуральных и искусственных фильтрующих материалов.

Таблица 1

**Техническая характеристика очистительной перегородки для улавливания вредных химических веществ**

№	Название показателей	Единицы изм.	Величины показателей
1.	Диаметр башни выбросов вредных веществ	М	0,45
2.	Высота башни выбросов вредных веществ	М	22
3.	Скорость движения воздушного потока внутри башни	m/s	8,44
4.	Температура отходящего газа	°С	50
5.	Диаметр базальтофильтрующего материала «Базальтовая вата»	М	0,45
6.	Толщина базальтофильтрующего материала «Базальтовая вата»	М	0,05

Материалы и изделия на основе волокон и нитей из базальта существенно превосходят по свойствам и техническим параметрам применяемые волокнистые материалы и изделия из них (низкая объемная масса, широкий температурный диапазон применения (-270 °С...+800 °С), низкая гигроскопичность (в 10 раз ниже, чем у стеклянных и других волокон), высокая химическая устойчивость к щелочам, кислотам и другим агрессивным средам. Перечисленные положительные химические и физико-механические показатели базальтОВОлокнистого фильтрующего материала позволяют использовать данный фильтр для применения в определении коэффициента улавливания ВХВ из источников выбросов в атмосферу вредных газов литейных цехов металлургических заводов (табл.1).

Обработка результатов измерений заключалась в регистрации времени фильтрации секундомером и сравнении полученного результата с результатами времени фильтрации через бумажный фильтр. Для оценки неопределенности измерений, руководствовались следующими «Нормативными документами» [2,4,6,7]. Сопоставительные показатели термостойкости базальтовых волокон выявленными и данные базальтоперерабатывающих стран, на примере Украины представлены в таб. 2 [8,9.10.11].

Таблица 2

**Сопоставительные показатели термостойкости базальтовых волокон**

№	Показатели удельной прочности, kg/mm <sup>2</sup>		Показатели термостойкости базальта Украины, °С					Показатели термостойкости базальта Узбекистана, °С				
			При температуре °С					При температуре °С				
	Украина	Узбекистан	300	400	500	600	700	300	400	500	600	700
I	234	242	98,7	88,7	58,9	38,4	25,0	99,7	90,4	63,4	57,8	34,7
II	240	253	99,0	89,0	61,0	39,0	27,0	100	89,3	64,8	44,7	34,1
III	254	259	100	90,0	65,0	38,8	28,6	100	90,0	67,4	43,1	35,8

Из результатов видно, что базальтовые волокна Узбекистана по термостойкости не уступают базальтовым волокнам Украины. Можно заметить, что в обоих случаях, особенно у базальтовых волокон Асмансай, противостояние термической обработке может достигнуть температуры свыше 700 °С. Это может происходить даже при улавливания пыли из источников выбросов в атмосферу литейного цеха металлургического завода «Навоийский машиностроительный завод», с фильтрующим материалом и без него.

Исследованные кристаллические фильтрующие волокна не подвержены гниению, воздействию грибков и плесени, грызунов и насекомых и соответствует требованиям инструкцией по технической эксплуатации фильтрационных материалов по (ГОСТ 15150-69). Температуре отходящих газов от 25 до 250 °С, при относительной влажности (35 - 90)% и атмосферном давлении (630-740) mm/Hg [ 5,6,7].

Таким образом, выявленные результаты исследований показали исследований ещё раз наличие у предлагаемого фильтрующего объекта сквозных пор, что позволяет пропускать беспрепятственно воздушные потоки, но задерживая при этом твердые частицы газовой фазы. Экспериментально выявлено, что фильтрующий материал из базальтовых волокон практически впитывает влагу за счет капиллярности и не имеет набухаемости, тем самым сохраняет свои первоначальные геометрические параметры.

Выполнение требований вышеперечисленных показателей способствует разработке новых фильтрующих объектов, в будущем применимых в газоочистительных сооружениях литейных цехов металлургических предприятий, химических и цементных заводов, которые постоянно нуждаются в воздушных фильтрующих материалах. Исследованиями установлена приемлемость использования базальтовых волокон для решения проблем современных газоочистительных сооружений для улавливания пыли базальтовыми фильтрами. Результаты исследования показали, что из-за высокой концентрации пыли в отходящих газах, низкой степени отходящих газов невозможно использовать предлагаемые фильтры взамен системы мокрой очистки. Поэтому рекомендовано использование комбинированных фильтров

различной плотности (последовательно № 1, 2, 3), которые позволяют увеличить срок использования фильтров и степень доочистки отходящих газов от пыли. Выявлена концентрация твердых частиц в отходящих газах после очистки базальтоволоконными фильтрами № 1, 2 и 3, которая составила: 9,9; 8,1 и 5,4 mg/m<sup>3</sup> соответственно, при исходной концентрации 18,0 mg/m<sup>3</sup>. Степень улавливания пыли фильтрами № 1, 2 и 3 составила: 45,0; 55,0; 70,0% соответственно.

Установлено, что по мере накопления частиц на фильтре газопроницаемость фильтрующего материала уменьшается, поэтому периодически требуется регенерация фильтрующего объекта или его замена, которая никак не отражается на их эффективности. Выявлено, что время непрерывной работы фильтров № 1, 2 и 3 с весом 1,6 kg при объемной скорости отходящего газа 500 m<sup>3</sup>/h составило: 1,5; 2,25 и 3,0 дня. В свою очередь время непрерывной работы фильтров № 1, 2, 3, с весом 70,0 kg, при объемной скорости отходящего газа 500 m<sup>3</sup>/h составляет 3,0; 4,5; 6,0 месяцев.

Отмечено: способ доочистки отходящих газов от пыли с использованием базальтоволоконных фильтров, после действующего мокрого пылеулавливания, позволяет увеличить степень очистки отходящих газов от пыли до 95-97% (дополнительно на 5-6%) и, следовательно, уменьшить в 2,0-3,5 раза выбрасываемое количество пыли в атмосферу, рекомендуется к опытно-промышленным испытаниям в ПО НМЗ АО НГМК.

Таким образом, доказана пригодность базальтовых волокон для изготовления фильтрующих материалов по улавливанию пыли из отходящих газов. Рекомендуются доступные способы изготовления из базальтовых волокон тканевых базальтоволоконных фильтрующих материалов, которые успешно могут быть применены в технологических процессах горно-металлургических предприятий.

Для исследования пригодности базальтоволоконных газоочистительных фильтрующих материалов в газоочистительных сооружениях были изготовлены три образца фильтра с различными геометрическими параметрами. Выбор трех образцов можно аргументировать тем, что базальтоволоконный фильтрующий материал использовался впервые и были учтены технические параметры сооружения.

Подготовлены три кассеты, наружный диаметр которых соответствовал внутреннему диаметру башни, т.е. 0,45 м. Затем из рулонного материала базальтовых волокон были вырезаны три образца. Учитывая, что при фильтровании жидкая масса прижимается к фильтру большим усилием, чем поток газовой среды, то прессование базальтовых волокон было осуществлено с минимальным давлением. Произвольно были выбраны усилия прессования образцов: в первом образце с усилием 0,5 kg, во втором – 2,05 kg и в третьем – 3,05 kg. Затем измеряли толщины запрессованных образцов, которые были равны, в м: 0,05; 0,35 и 0,18.

Далее, в соответствии с существующей методикой, были произведены замеры по улавливанию пыли из газов, выбрасываемых в атмосферу через газоочистительные сооружения литейного цеха металлургического завода. В первом случае, выделения пыли были обнаружены в пределах 50,7÷51,8%. Во втором случае данный показатель составил 46,9% и 44,3%.

Во втором, и особенно, в третьем, случае наблюдалось заметное задымление внутри литейного цеха. Тем самым, часть газов из потока, получая сопротивление, возвращалась обратно в цех. Для сравнения полученных результатов данные заносятся в таблицу. В таблице 3 внесены технико-аналитические показатели экспериментальных фильтров [9,10.11.12].

Таблица 3

**Технико-аналитические показатели экспериментальных фильтров на основе базальтовых волокон**

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Очистка газов		
			Обр. №1	Обр. №2	Обр. №3
1	2	3	4	5	6
1.	Площадь фильтра	m <sup>2</sup>	0,58	0,58	0,58
2.	Толщина фильтра	m	0,38	0,28	0,12
3.	Вес фильтра	kg	1,60	1,60	1,60
4.	Плотность фильтра	kg/ n <sup>3</sup>	12	18	22
5.	Сила прессования	kgN/m <sup>2</sup>	50	205	305
6.	Время улавливания	min	1,5	1	0,45
7.	Концентрация твердых частиц в воздухе после мокрой очистки (до очистки предложенным способом)	g/m <sup>3</sup>	18,0	18,0	18,0
8.	Концентрация твердых частиц в воздухе после очистки	g/m <sup>3</sup>	9,9	8,1	5,4
9.	Степень улавливания пыли: -действующим фильтром -рекомендованным фильтром	%	38	40	42
			45,0	55,0	70,0
9.1	Степень улавливания пыли	%	91	93	95
10.	Удельная величина улавливания	г/м <sup>3</sup>	0,078	0,095	0,119
11.	Удельная весовая емкость фильтра по пыли	г/м <sup>3</sup>	4,50	3,42	2,17
12.	Удельный объем воздушного потока в трубе	м <sup>3</sup>	500	500	500
13.	Время непрерывной работы фильтров с весом 1,6 kg при объемной скорости 500 м <sup>3</sup> /h	d	1,5	2,25	3,0
13.1	Время непрерывной работы фильтров с весом 70 kg при объемной скорости по п. 12	D	3,0	4,5	6,0 м-ц
14.	Доля твердых фаз, в т.ч. mm	%	100	100	100
14.1.	+ 0,1		58	53	47
14.2.	-0,1+0,74		37	35	28
14.3.	-0,74 +0,50		5	11	16

**Заключение.** Таким образом, установлено, что для изготовления фильтров из базальтоволокнистых материалов достаточно усилий прессования в пределах до 0,5 kg. Доказано, что прессование фильтровальной перегородки может влиять на величину пор и их форму. Поэтому представляет практический интерес изготовление-прессование волокнистых материалов с минимальными усилиями.

Выявлено, что кристаллическая структура исследуемых волокон способствовала формированию слоя осадка, состоящего из твердых примесей на поверхности фильтра. Но, в начале, с повышением скорости фильтровального процесса, количество выделяемой пыли возрастало до какого-то момента, а затем обнаруживался спад выделения.

### Литература

1. Хужаёров Б.Х. Фильтрация неоднородных жидкостей в пористых средах. Ташкент: Фан, 2012. –280 с.
2. Курбанов А. А. и др. Базальт толали филтрни эгилишини ҳисоблаш. Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисида Гувоҳнома № DGU 01891. 2009.

3. Сатторов Л.Х., Курбанов А.А., Рахмонов Ж.Х. Процессы фильтрации промышленных газов от пыли через базальтовые фильтры // Вестник Тульского государственного университета Автоматизация: проблемы, идеи, решения.- Тула. 2015. - АПИР-20. - С. 205-210.
4. Сатторов Л.Х., Курбанов А.А., Рахмонов Ж.Х. Процессы фильтрации промышленных газов от пыли через базальтовые фильтры // Вестник Тульского государственного университета Автоматизация: проблемы, идеи, решения - Тула. 2015. - АПИР-20. - С. 205-210.
5. Курбанов А.А., Нормуродов У.С., Сатторов Л.Х. Новое в переработке базальтов Узбекистана // Вестник Тульского государственного университета Автоматизация: проблемы, идеи, решения- Тула. 2013. - АПИР-18. - С. 127-130.
6. Курбанов А.А. Термодинамика деформирования базальта в процессе плавления //Горный вестник Узбекистана -Навои. 2010. №1. - С. 115-117.
7. Сатторов Л.Х., Курбанов А.А. О преимуществах базальтовых фильтрующих материалов // Международной научно-технической конференции Горно-металлургический комплекс достижения, проблемы и современные тенденции развития. - Навои. 2015. - С.134.
8. Курбанов А.А., Сатторов Л.Х., Туробов Ш. Условия испытания базальтового фильтра в лабораторных и в промышленных условиях // Горный вестник Узбекистана.- Навои. 2017. - № 2. - С.102-106.
9. Sattarov L.Kh., KurbanovA.A. The flexural stiffness and tension state of basalt filter // RMZ-M&G Materials and Geoenvironment. -Slaveniya. 2017.-№ 64.-С. 53-62.
10. Drobot N.F., Noskova O.A., Steblevskii A.V. et al. / Use of Chemical and Metallurgical Methods for Processing of Gabbro - Basalt Raw Material. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2013. V.47. N4. P.484-488.
11. Курбанов А.А.. Кызылкум базальтининг гранулометрик хоссалари тўғрисида. Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана».- Навои, 2006. № 4. –С. 65-68.
12. Курбанов А. А. Силовой расчет взаимодействия базальтовой балки с материалом основы. Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана».- Навои,2010. № 4.-С 100-101