

2019 - 100

2

На правах рукописи



*Handwritten signature*

**ДАВЛАТМАМАДОВА Мавлуда Мамадниёзона**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ ОЧИСТКИ ТАЛЬКА ТАДЖИКИСТАНА**

Специальность 02.00.04 – Физическая химия

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Душанбе – 2019

Работа выполнена в лаборатории «Фармакогнозия и технология лекарств» Научно-исследовательского фармацевтического Центра Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан

**Научный руководитель:** Юсуфи Саломудин Джаббор (Исупов Саломуддин Джаборович) доктор фармацевтических наук, академик Академии медицинских наук Республики Таджикистан

**Официальные оппоненты:** Кобулиев Зайналобудин Валиевич доктор технических наук, профессор, чл.-корр. АН Республики Таджикистан, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан  
Бобоев Худжаназар Эшимович кандидат химических наук, заместитель директора по научной работе Государственного учреждения «Научно-исследовательский институт металлургии» Государственного унитарного предприятия «Таджикская алюминиевая компания»

(ГУ «НИИМ» ГУП «ТалКо»)

**Ведущая организация:** Горно-металлургический институт Таджикистана, кафедра металлургии

Защита состоится «17» апреля 2019 года в 09<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 047.003.03 при Институте химии им.В.И. Никитина АН Республики Таджикистан по адресу: 734063, г.Душанбе, ул.Айни, 299/2, E-mail: dissovet@ikai.tj

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан: [www/chemistry.tj](http://www/chemistry.tj)

Автореферат разослан «26» февраля 2019 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат химических наук

 Усманова С.Р.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одной из важнейших задач фармацевтической науки Таджикистана является поиск путей применения в фармацевтической промышленности местного минерального сырья. К числу перспективных минералов, запасы которых достаточны для промышленной переработки и производства, относятся бентонит и тальк. В работах Исупова С.Дж, Мусоева С.М, Халифаева Д.Р, Сангова З.Г. показана возможность применения местных бентонитовых глин для медицинских и фармацевтических целей. Наряду с этим, научные данные относительно применения таджикских тальков практически отсутствуют. В ряде стран, таких как Австралия, Россия, Украина, Индия, Китай, тальк широко применяется в фармацевтической и косметической промышленности. Тальк также широко применяется в различных областях народного хозяйства и медицине. В основном, существуют четыре важнейшие области, в которых применяется около 80% талька: бумажная, лакокрасочная, керамическая и пластмассовая промышленности. В медицине тальк применяется в парфюмерии и фармацевтической промышленности. Главной областью использования талька в фармации и косметике является применение его в качестве детской присыпки. Поверхностные свойства талька позволяют удерживать запах, а также порошок талька можно использовать в пудрах, кремах и мазях. Природные качества талька придают фармацевтическим и косметическим средствам стойкость, водоотталкивающие свойства, позволяют им лучше удерживаться на коже. В народной медицине некоторых стран считается, что тальк способен излечивать такие заболевания, как радикулит и остеохондроз. Этот минерал используется как природная грелка, так как он долго удерживает тепло.

В Таджикистане имеются огромные запасы талька, в основном они сосредоточены на Мульводжском месторождении в Ишкашимском районе Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) Республики Таджикистан, но для промышленного использования тальк импортируется из других стран. Несмотря на имеющиеся достаточные запасы талька в Таджикистане, отсутствуют данные по изучению возможностей его применения для фармацевтических целей.

Исходя из этого, исследование физико-химических свойств талька местных месторождений является одной из актуальных задач химической и фармацевтической отраслей Республики Таджикистан.

**Цель работы.** Изучение физико-химических и технологических основ очистки талька солянокислотным способом, а также разработка технологии получения фармацевтического талька и поиск путей его применения в фармации.

Поставленная цель исследований достигается решением *следующих задач:*

- изучение состава и физико-химических свойств талька Мульводжского месторождения;
- изучение механизма и кинетики процесса очистки талька солянокислотным способом для получения фармацевтического талька;



- физико-химический анализ исходных материалов и образующихся в ходе их переработки продуктов;
- разработка принципиальной технологической схемы очистки талька солянокислотным методом;
- разработка детской присыпки на основе талька и изучение его фармакопейных показателей.

*Научная новизна работы* заключается в следующем:

1. Выявлены физико-химическими методами технологические параметры и кинетика процессов очистки талька Мульводжского месторождения солянокислотным способом с целью получения талька фармакопейной степени чистоты.
2. Установлены физико-химическими методами анализа фармакопейные показатели очищенного талька Мульводжского месторождения для фармацевтической промышленности.
3. Показана возможность использования местного очищенного талька для разработки лекарственных форм на примере детской присыпки под названием «Таджбентал».

*Практическая значимость работы* заключается в том, что предложенные способы переработки местного талька солянокислотным способом и его использования в медицинских и фармацевтических целях. Разработанный способ существенно способствует снижению себестоимости сырья и готовой продукции на основе талька. С учётом полученных результатов разработана фармакопейная статья на тальк Мульводжского месторождения, которая утверждена Министерством здравоохранения и социальной защиты Республики Таджикистан ФСП МЗ № 23-0011-17 от 26 июня 2017 года.

*Основные положения, выносимые на защиту:*

- результаты физико-химических исследований состава и свойств талька и продуктов его переработки;
- результаты кинетических исследований процесса очистки талька солянокислотным способом;
- принципиальная технологическая схема очистки талька из местного сырья;
- анализ результатов стандартизации очищенного талька Мульводжского месторождения солянокислотным способом и возможность его применения в фармацевтической промышленности.

*Вклад автора* заключается в выполненных в соавторстве работах, включённых в диссертацию, а также в постановке задач исследования, определении путей и методов их решения, получении и обработке большинства экспериментальных данных, анализе и обобщении результатов экспериментов, формулировке основных выводов и положений диссертации.

*Апробация работы.* Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования» (ТТУ им. М.С. Осими, 2010 г.); Республиканской научной конференции «Химия: исследования, препода-

вание, технология», посвящённой «году образования и технических знаний» (ТНУ, 2010 г.); Международной конференции «Химия производных глицерина: синтез, свойства и аспекты их применения», посвящённой международному году химии и памяти д.х.н., профессора, член-корреспондента АН РТ Кимсанова Б.Х. (Таджикский Национальный университет, 2012 г.); Республиканской конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана» (ТНУ, 2013г); Нумановских чтениях «Достижения химической науки за 25 лет независимости Республики Таджикистан (Институт химии АН РТ, 2016г.); 66-ой годичной научно-практической конференции «Роль и место инновационных технологий в современной медицине» с международным участием (ТГМУ им. Абуали ибни Сино, Душанбе, 2018 г).

*Публикации.* По теме диссертации опубликовано 10 статей, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, и 7 статей в материалах Международных и республиканских научно-практических конференций, получен патент Республики Таджикистан на изобретение ТЖ 833.

*Структура и объём работы.* Диссертационная работа изложена на 104 страницах компьютерного набора, состоит из введения, трёх глав, заключения, выводов, списка использованной литературы, включающего 119 наименований, 3 приложений и иллюстрирована 11 рисунками и 23 таблицами.

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, отражена научная и практическая её значимость.

В первой главе рассматриваются имеющиеся в литературе данные о путях и способах переработки талька, о разнообразии его физико-химических и технологических свойств, о широком использовании его в народном хозяйстве и фармацевтической промышленности и на основании этого намечены направления собственных исследований.

Во второй главе приведены методы исследования и результаты изучения физико-химических и технологических основ очистки талька Мульводжского месторождения.

В третьей главе приведены результаты физико-химического изучения очищенного талька для применения в фармацевтике.

#### 1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ТАЛЬКА МУЛЬВОДЖСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

##### 1.1. Геологические и физико-химические характеристики талька Мульводжского месторождения

В Таджикистане природные запасы талька в основном расположены в Мульводжском месторождении Ишкашимского района ГБАО Республики Таджикистан, на правом берегу долины реки Пяндж. Запасы талькистов, в це-



лом, составляют 100000 тыс. тонн. Несмотря на имеющиеся достаточные запасы в Таджикистане, отсутствуют данные по изучению талька для применения в фармации. Нами были проведены химический анализ талька из Мульводжского месторождения и его сравнительное исследование с тальком из других месторождений. Химический анализ проводили известными методами. Результаты химического анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1. - Содержание компонентов в составе талька Мульводжского месторождения

№ проб	Наименование компонентов, %							
	MgO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	п.п.	сумма
1	34,58	52,30	4,02	1,80	0,41	0,85	5,76	99,72
2	31,21	56,08	4,38	1,65	0,31	0,92	5,25	99,80
3	27,68	58,10	5,67	2,78	0,14	1,10	4,48	99,95
4	36,72	51,19	3,56	3,25	0,17	0,53	4,80	100,22
5	33,20	51,50	4,41	3,14	0,17	1,02	5,52	98,96
6	30,68	54,45	4,64	3,16	0,12	0,68	5,28	99,01
7	31,72	51,86	5,65	2,29	0,14	1,03	4,59	97,28
8	30,68	54,58	5,11	2,14	0,17	0,75	4,82	98,25
9	30,21	56,01	5,39	2,29	0,37	1,12	5,10	100,5
10	27,88	57,21	4,53	3,21	0,17	1,27	4,20	98,47
Ср	31,45	54,32	4,73	2,57	0,21	0,92	4,98	99,18
*	28,6	54,04	1,75	5,71	0,1	3,68	4,92	98,80
**	30,55	56,52	4,25	1,50	0,16	1,23	5,19	99,40

\* Литературные данные месторождения талька Красная Поляна, Россия

\*\* Литературные данные месторождения талька Кудая, Австралия

По результатам таблицы 1, тальк Мульводжского месторождения по содержанию оксида кремния, оксида магния, оксида кальция и оксида алюминия практически не отличается от талька других месторождений, таких как Австралии и России. Содержание оксида железа в тальке Мульводжского месторождения идентично таковому в тальке Австралии.

Для изучения состава породы и примесных компонентов дополнительно к химическим исследованиям были проведены рентгенофазовый и ИК-спектральный анализы.

С целью определения фазового состава использован физико-химический рентгенофазовый анализ, который проводили на приборе «Дрон-1.5» с электродом Си. Штрихрентгенофазовый анализ талька (рис.1) показал, что он содержит тальк, серпентин, энстатит, кварц, гематит и магнетит.

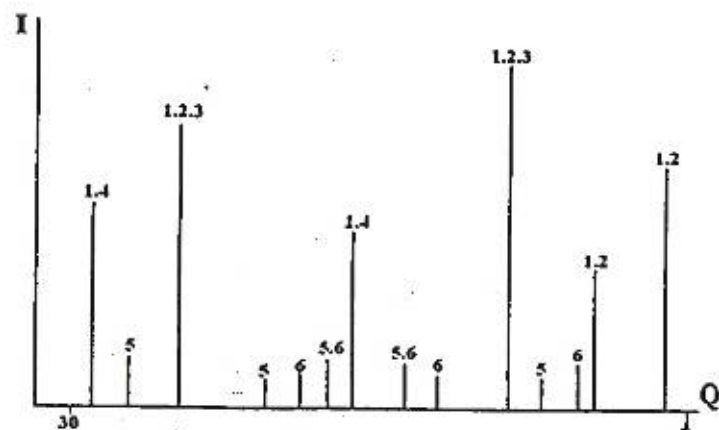


Рисунок 1. - Штрихрентгенограмма талька  
1 -  $[Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2]$  (тальк); 2 -  $(Mg_6[Si_4O_{10}(OH)_8])$  (серпентин);  
3 -  $Mg_2[Si_2O_6]$  (энстатит); 4 -  $SiO_2$  (кварц); 5 -  $Fe_2O_3$  (гематит); 6 -  $Fe_3O_4$  (магнетит)

Ик-спектроскопические исследования талька проведены на спектрометре SPEKORD-20 в области 400-4000  $cm^{-1}$  (рис.2) в вазелиновом масле в кювете из KBr, чешуйчатость форм талька объясняется, по-видимому, особенно кристаллической структурой талька.

Результаты спектрального анализа исходного сырья показывают, что полосы поглощения талька наблюдаются при 3680, 2310, 1000, 650, 520, 450  $cm^{-1}$  и полосы поглощения гематита при 3800 и 1650  $cm^{-1}$ .

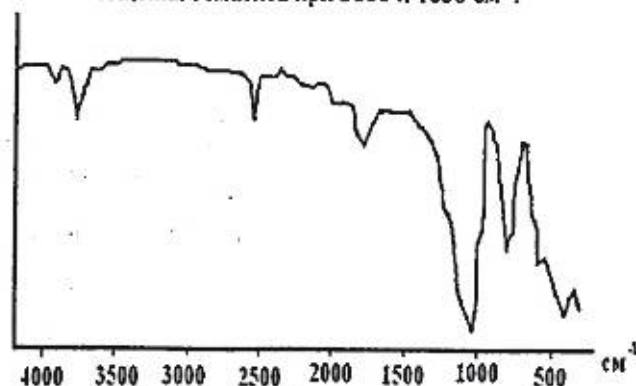


Рисунок 2. - ИК-спектр тальковой руды

Результаты химических анализов исходного силикатсодержащего сырья талька (таблица 2) показывают, что суммарное содержание железа двух-



валентного и трёхвалентного превышает норму более чем в 21-24 раза. Эти данные указывают, что при разработке методов очистки талька Мульводжского месторождения необходимо уделить особое внимание снижению количества железа.

Таблица 2. - Характеристика талька по требованиям фармакопей

№ п/п	Наименование компонентов	Содержание компонентов талька, %.	
		по требованиям фармакопей	исходный
1.	Вещества, растворимые в воде	Не более 0,2	0,4
2.	Магний	17,0 - 19,5	18,87
3.	Алюминий	Не более 2,0	0,49
4.	Кальций	Не более 0,9	0,15
5.	Железо	Не более 0,25	5,31
6.	Свинец	Не более 0,001	-
7.	Мышьяк	Не более 0,0005	-
8.	Потеря в массе при прокаливании	Не более 7,0	4,98

Проведённые химические и физико-химические анализы кремнийсодержащего сырья талька подтверждают его подлинность.

### 1.2. Очистка талька Мульводжского месторождения солянокислотным способом

Для изучения состава и свойств силикатсодержащего сырья талька был проведён ряд химических, минералогических и рентгенофазовых анализов. Результаты анализов показали, что в составе талька содержатся следующие минералы: тальк; серпентин; энстатит; кварц; гематит и магнетит.

Из литературных данных известно, что минералы гематит и магнетит хорошо разлагаются минеральными кислотами. Поэтому очистку талька, содержащего минералы гематит и магнетит, проводили с использованием более доступной соляной кислоты. Для обработки соляной кислотой пробы измельчались до размеров менее 0,1 мм. Далее для выявления оптимального режима кислотной обработки изучалось влияние температуры, продолжительности разложения, концентрации и дозировки соляной кислоты. Для выявления оптимального режима солянокислотного разложения силикатсодержащего талька было изучено влияние температуры на процесс кислотного разложения (рисунок 3а). Из рисунка видно, что при кислотном разложении основным влияющим фактором является температура. С повышением температуры увеличивается степень извлечения оксидов железа и достигает 96,5% при температуре 96°C.

При солянокислотной обработке другим влияющим фактором является продолжительность процесса. Поэтому было изучено влияние данного фактора на результативность процесса, результаты которого отражены на рисунке 3б.

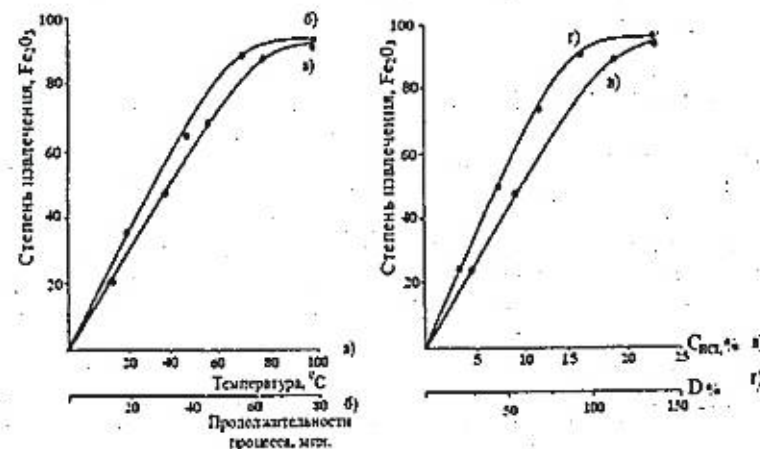


Рисунок 3- Зависимость степени извлечения  $Fe_2O_3$  от температуры (а), продолжительности процесса очистки (б), от концентрации (в) и дозировки соляной кислоты (г).

Как следует из рисунка 3б, при увеличении продолжительности процесса от 20 до 60 мин., степень извлечения оксидов железа возрастает от 23,4 до 96,7%, соответственно. Дальнейшее увеличение продолжительности кислотного разложения до 150 мин на степень извлечения  $Fe_2O_3$  практически не влияет. Неизменными факторами в процессе остаются концентрация соляной кислоты  $C_{HCl}$  - 20%; температура раствора - 96°C; дозировка соляной кислоты - 100% от стехиометрического расчёта.

Также было изучено влияние концентрации соляной кислоты на степень извлечения оксидов железа из силикатсодержащего сырья талька (рисунок 3.в). В данном технологическом процессе неизменными режимами являлись: температура солянокислотного разложения - 96°C; продолжительность цикла - 120 мин.; дозирование соляной кислоты - 100% от количества по стехиометрическому расчёту. Проведённые исследования показали, что при увеличении концентрации кислоты от 5 до 25% степень извлечения оксидов железа одновременно увеличивается от 20% до 96,7%. При увеличении концентрации соляной кислоты более 25% степень извлечения оксидов железа изменяется незначительно.

Важнейшим фактором, влияющим на степень извлечения оксидов железа при солянокислотной обработке для силикатсодержащего сырья талька, является дозировка соляной кислоты. Степень извлечения оксидов железа достигает 96,8% при дозировке соляной кислоты 100% от стехиометрическо-



го расчёта (рис.3г). Дозировка кислоты более 100% на степень извлечения оксидов железа практически не влияет.

### 1.3. Кинетика процесса очистки талька солянокислотным способом

Для изучения кинетики процесса солянокислотной очистки был использован исходный тальк следующего состава (масс. %) 54,32 – SiO<sub>2</sub>; 31,45 – MgO; 4,73 – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2,57 – FeO; 0,21 – CaO; 0,92 – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4,98 – п.п.п.

Эксперименты по солянокислотной очистке талька с целью изучения кинетики процесса проводились в температурном интервале 40-90°C и продолжительностью разложения 15, 30, 45, 60 мин. В данном исследовании применяли 20%-ную соляную кислоту, дозировка кислоты по стехиометрическим расчётам была равна 100% в расчёте на образование в растворе хлорида железа, содержание которого в солянокислых растворах определяли титриметрическим методом и фотометрическим методом с использованием сульфосалициловой кислоты.

Кинетические кривые изучались по данным извлечения из состава руды в перерасчёте на оксиды железа. Эксперименты проводили в термостатированном стеклянном реакторе с мешалкой. После протекания заданного режима процесса очистки получали пульпу, которая охлаждалась добавлением дистиллированной воды. Полученные экспериментальные кинетические кривые показаны на рисунке 4.

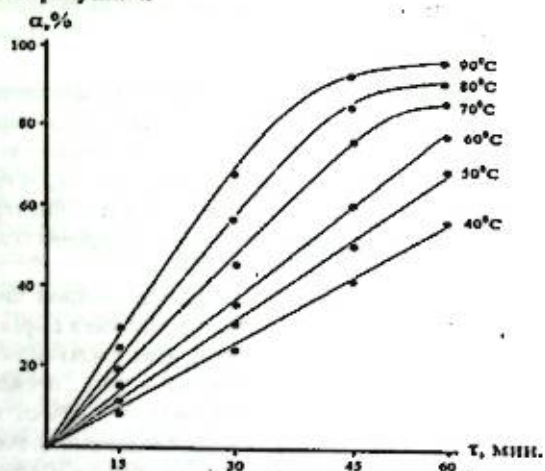


Рисунок 4 - Зависимость степени извлечения оксидов железа от продолжительности процесса при различных температурах разложения.

С повышением температуры процесса кислотной очистки талька степень извлечения оксидов железа резко возрастает (рис.4). В интервале температур от 40 до 90°C степень извлечения оксидов железа возрастает от 59,3 до 96,8%, при этом продолжительность процесса очистки составляла 60 минут.

Кинетические кривые процесса солянокислотной очистки талька при температуре до 60°C имеют прямолинейный, а при 70°C – параболический характер. Полученные экспериментальные кинетические кривые удовлетворяют уравнению первого порядка:

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = k(1 - \alpha) \quad (1)$$

где:  $\alpha$  – степень извлечения в перерасчёте на оксиды железа;

$\tau$  – продолжительность солянокислотного разложения, мин.;

$k$  – константа скорости извлечения оксидов железа, мин<sup>-1</sup>.

После математической обработки данное уравнение приобретает следующий вид:

$$\lg(1 - \alpha) = -\frac{k\tau}{2,303} \quad (2)$$

Как видно из рис. 5а, зависимость  $\lg 1/(1-\alpha)$  от продолжительности солянокислотной обработки имеет отрицательный наклон значений, который равен  $k/2,303$ . С использованием уравнения Аррениуса графическим методом определяли кажущуюся энергию ( $E$ ) и предэкспоненциальный множитель  $k_0$ :

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (3)$$

или:

$$\lg k = \lg k_0 - \frac{E}{2,303 RT} \quad (4)$$

где:  $R$  – универсальная газовая постоянная, кДж/моль;

$T$  – абсолютная температура, К.

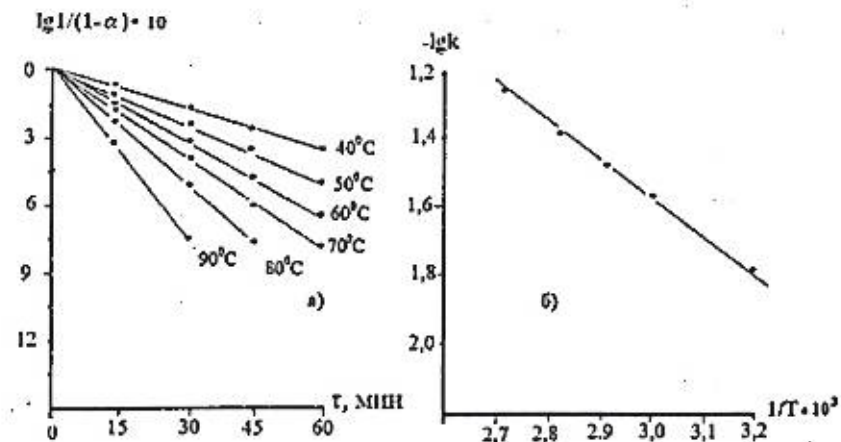


Рисунок 5 - Зависимости: а)  $\lg \frac{1}{1-\alpha}$  от времени, б)  $-\lg k$  от обратной абсолютной температуры



На рис. 5б представлена зависимость логарифма константы скорости извлечения ( $-\lg k$ ) от величины обратной абсолютной температуры ( $1/T \cdot 10^3$ ). Как видно из рисунка 5б, точки удовлетворительно укладываются на прямую Аррениуса. По наклону прямой была вычислена кажущаяся энергия активации (E), которая составила 19,4 кДж/моль. Численное значение энергии активации свидетельствует о протекании процесса разложения в смешанной диффузионной области.

Данные кинетических характеристик раскрывают механизм процесса солянокислотной очистки талька и дают возможность выбора рационального режима с целью получения фармацевтического талька.

#### 1.4. Физико-химические анализы исходного талька и продуктов после солянокислотной обработки

Для исследования исходного талька и продуктов после кислотной обработки были проведены РФ и ИК-спектральный анализы. Результаты анализов представлены на рисунках 6 и 7.

Как видно из рисунка 6а, основными минералами руды талька являются: тальк; серпентин; энстатит; кварц; гематит и магнетит.

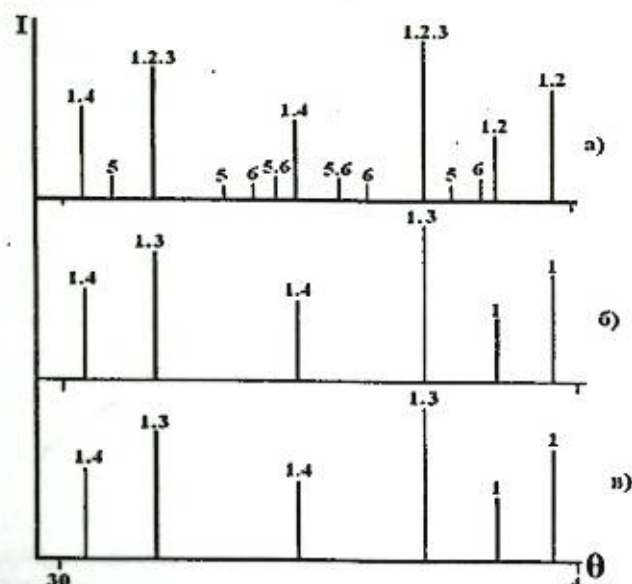


Рисунок 6 - Штрихрентгенограммы исходного талька (а), очищенного солянокислотным способом талька (б) и государственного образца стандартного талька (в)

1 - тальк; 2 - серпентин; 3 - энстатит; 4 - кварц; 5 - гематит; 6 - магнетит.

Штрихрентгенограмма талька, очищенного солянокислотным способом, (рисунок 6б) показывает уменьшение интенсивности линий оксидов железа в составе минералов гематита, магнетита, о чём свидетельствует увеличение интенсивности линий минералов талька, серпентина, энстатита и кварца.

Сравнение талька Мульводжского месторождения после кислотной очистки со штрихрентгенограммой государственного образца стандартного талька (рисунок 6в) свидетельствует о том, что очищенный тальк Республики Таджикистан вполне соответствует государственному образцу стандартного талька.

Проведённые физико-химические анализы с использованием рентгенограммы и элементный анализ полученного очищенного талька показали, что при солянокислотной обработке руды в оптимальных условиях достигается максимальная степень извлечения оксидов железа.

ИК-спектр талька Мульводжского месторождения в области 400-4000  $\text{см}^{-1}$  приведён на рисунке 7.

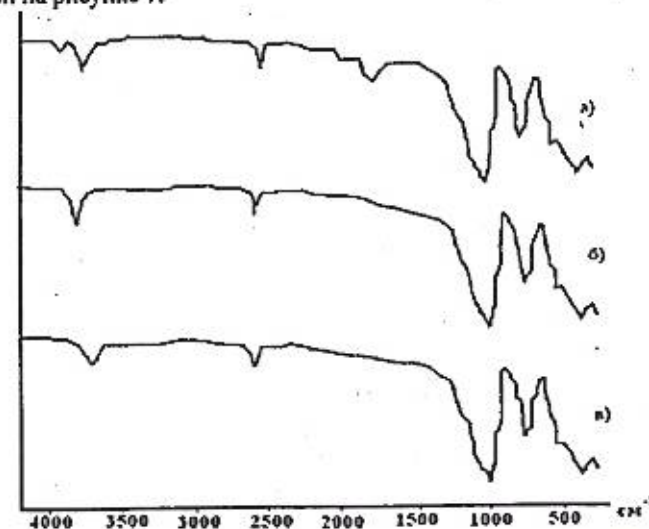


Рисунок 7 - ИК-спектры исходного талька (а), талька после кислотной обработки (б) и государственного образца стандартного талька (в)

В спектре исходного талька (рис. 7а) отмечаются полосы поглощения в области 3680, 2310, 1000, 660, 520, 450  $\text{см}^{-1}$ , что указывает на наличие талька, серпентина, энстатита, и полосы поглощения в области 3800 и 1650  $\text{см}^{-1}$ , которые относятся к минералам гематит и магнетит. На ИК-спектрах талька, очищенного солянокислотным способом (рис. 7б), и стандартного российского талька (рис. 7в) не наблюдаются полосы поглощения гематита, магнетита, что свидетельствует об очистке талька от их примесей.



Результаты химических анализов исходного и очищенного талька (таблица 3) по требованиям фармакопей показывают, что суммарное содержание железа двухвалентного и трёхвалентного после солянокислотной обработки снизилось в 30-34 раза.

Таблица 3. - Характеристика талька по требованиям фармакопей

№ п/п	Наименование компонентов	Содержание компонентов талька, %.		
		по требованиям фармакопей	исходный	очищенный
1.	Вещества, растворимые в воде	Не более 0,2	0,4	0,1
2.	Магний	17,0 - 19,5	18,87	18,92
3.	Алюминий	Не более 2,0	0,49	0,098
4.	Кальций	Не более 0,9	0,15	0,007
5.	Железо	Не более 0,25	5,31	0,175
6.	Свинец	Не более 0,001	-	-
7.	Мышьяк	Не более 0,0005	-	-
8.	Потеря в массе при прокаливании	Не более 7,0	4,98	4,8

Таким образом, результаты проведённых рентгенофазового и ИК-спектрального анализов подтверждают, что при солянокислотной обработке очищается тальк, а получаемый очищенный продукт соответствует всем требованиям нормативной документации, утверждённой для талька.

#### 1.5. Разработка принципиальной технологической схемы очистки талька Мульводжского месторождения солянокислотным способом

В результате проведённых исследований солянокислотной очистки талька разработана принципиальная технологическая схема получения талька солянокислотным способом (рисунок 8), соответствующего фармакопейному тальку. Данная технологическая схема состоит из следующих циклов: дробление, отсеивание, измельчение, кислотное разложение, отстаивание пульпы, фильтрование пульпы и сушка.

Жидкая часть, образовавшаяся при солянокислотной обработке, после фильтрования содержит смесь солей хлоридов железа и алюминия и может быть использована для химических и народно-хозяйственных отраслей. Твёрдый остаток после кислотного разложения, представляющий очищенный тальк, можно использовать в фармацевтическом производстве. Очищенный тальк представляет собой белый или почти белый лёгкий однородный порошок, жирный на ощупь, практически нерастворимый в воде, в этаноле и в разбавленных растворах кислот и щелочей.



Рисунок.8. - Принципиальная технологическая схема очистки талька солянокислотным способом

В последующем был проведён сравнительный анализ фармакопейной степени чистоты очищенного талька с требованиями фармакопей Российской Федерации и Республики Казахстан. Результаты фармакопейного анализа очищенного талька Мульводжского месторождения приведены в таблице 4.



Таблица 4. – Сравнительный анализ очищенного талька с требованиями государственных фармакопей Российской Федерации и Республики Казахстан

№	Показатель	Российская Федерация	Казахстан	Очищенный тальк
1	Описание	Белый или почти белый лёгкий однородный порошок, жирный и скользкий на ощупь без твёрдых крупинок	Белый или почти белый лёгкий однородный порошок, жирный и скользкий на ощупь без твёрдых крупинок	Белый или почти белый лёгкий однородный порошок, жирный и скользкий на ощупь без твёрдых крупинок
2	pH	От 7,0- 9,0	От 7,0- 9,0	7,4
3	Вещества, растворимые в воде, %	Не более 0,2	Не более 0,2	0,1
4	Свинец, %	Не более 0,001	Не более 0,001	не обнаружено
5	Железо, %	Не более 0,25	Не более 0,25	0,175
6	Кальций, %	Не более 0,9	Не более 0,9	0,007
7	Магний, %	От 17,0 до 19,5	От 17,0 до 19,5	18,92
8	Алюминий, %	Не более 2,0	Не более 2,0	0,098
9	Сернистые соединения	Бумага не должна темнеть	Бумага не должна темнеть	Бумага не должна темнеть (не обнаружено)
10	Мышьяк, %	Не более 0,0005	Не более 0,0005	не обнаружено
11	Потеря в массе при прокаливании, %	Не более 7,0	Не более 5,0	4,8
12	Потеря в массе при высушивании, %	Не более 0,5	Не более 0,5	0,45
13	Тяжелые металлы, %	Не более 0,001	Не более 0,001	Не обнаружено
14	Микробиологическая чистота	Аэробные бактерии не более 0,001 и грибов не более 0,010 в 1г	Аэробные бактерии не более $10^3$ и грибов не более $10^2$ в 1г	Не обнаружено

## 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОЧИЩЕННОГО ТАЛЬКА МУЛЬВОДЖСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

### 2.1. Стандартизация очищенного солянокислотным способом талька Мульводжского месторождения

Вспомогательные вещества, используемые в фармацевтической промышленности, играют важную роль для обеспечения качества, безопасности

и эффективности лекарственных средств. Правильный подбор и высокая степень чистоты вспомогательных веществ могут способствовать улучшению эффективности активных фармацевтических ингредиентов. На данный момент ассортимент вспомогательных веществ, используемых в фармацевтическом производстве, составляет более 500 наименований. Исходя из этого, разработка способов очистки и стандартизации фармацевтических вспомогательных веществ является перспективным направлением химической и фармацевтической наук.

В Республике Таджикистан имеются большие запасы талька, которые расположены в Ишканимском районе ГБАО. Однако, в настоящее время отсутствует технология очистки местного талька с целью его применения в медицине и фармацевтике.

Исходя из этого, была разработана технология получения очищенного талька из тальковых руд Мульводжского месторождения солянокислотным способом, что является очень актуальным вопросом для республики и в будущем имеет большую перспективу для его применения в отечественной фармацевтической промышленности.

Полученный солянокислотным способом очищенный тальк исследовался физико-химическими методами для обнаружения побочных минералов тремолита и хлорита, а также асбеста в составе минералов амфиболы и серпентина с помощью ИК-спектрального и рентгенофазового анализов.

В связи с этим следующим этапом нашей работы являлось изучение фармакопейных показателей для очищенного талька (таблица 3).

Результаты проведённого анализа показывают, что очищенный тальк Мульводжского месторождения (таблица 4) по всем фармакопейным показателям соответствует требованиям государственных фармакопей Российской Федерации и Республики Казахстан. Кроме этого, полученные результаты свидетельствуют о том, что очищенный местный тальк можно использовать для медицинских и фармацевтических целей. На основе полученных результатов разработана фармакопейная статья на тальк Мульводжского месторождения, которая утверждена Министерством здравоохранения и социальной защиты Республики Таджикистан ФСП МЗ № 23-0011-17.

### 2.2. Изучение стабильности субстанции очищенного талька Мульводжского месторождения

В условиях опытно-промышленного производства были получены три серии субстанции талька в трёх видах упаковок, качество которых соответствовало требованиям спецификации при выпуске. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что для хранения исследуемого талька Мульводжского месторождения можно рекомендовать все три вида упаковки, со сроком хранения 3 года. Расчёты по технико-экономическому обоснованию производства фармацевтического талька показали, что стоимость полученного талька без учёта заработной платы и существующих налогов в 1,77 раз дешевле, чем импортного талька.



### 2.3. Изучение возможности применения талька при получении присыпки «Таджбентал»

Согласно литературным данным тальк входит в состав твердых лекарственных форм, таких как таблетки, капсулы и присыпки. Присыпки являются традиционной лекарственной формой и их используют как антисептические и дерматопротекторные средства для наружного применения. В качестве основ присыпок обычно применяют тальк и крахмал. В результате проведенных физико-химических и технологических исследований показано, что тальк Мульводжского месторождения, очищенный солянокислотным методом, соответствует требованиям фармакопеев и является нетоксичным. Поэтому была поставлена задача исследовать возможность использования полученного очищенного Мульводжского талька как основы для изготовления присыпок. С этой целью для получения присыпок использовали оксид цинка, тальк, бентонит и картофельный крахмал. Оксид цинка был использован в качестве основного компонента. Тальк использовали в качестве скользящего вещества, местный бентонит (месторождения Султонобод) и крахмал использовали в качестве наполнителя и разрыхлителя.

Для разработки оптимального состава присыпки были приготовлены четыре состава с разным содержанием вышеуказанных веществ (таблица 5).

Таблица 5 - Состав моделей присыпок

№	Название ингредиентов	Содержание веществ в моделях, г			
		1	2	3	4
1	Оксид цинка	10,0	10,0	10,0	10,0
2	Бентонит	-	30,0	50,0	15,0
3	Тальк	10,0	50,0	40,0	-
5	Крахмал картофельный	80	10	-	75,0

Модельные образцы готовили следующим образом: бентонит, тальк, оксид цинка и крахмал картофельный измельчали до размеров не более 150 мкм, которые соответствуют ГФ XI издания, вып. 2, с.18 (сито 38).

Смешивали бентонит и другие вспомогательные вещества в вышеуказанных количествах, затем добавляли постепенно при перемешивании оксид цинка. Проводили проверку полученной присыпки на однородность.

Оценка качества 4-х указанных составов показала, что лучшими адсорбционными свойствами обладает состав №3 под названием Таджбентал.

Исследование токсичности данного препарата показало, что разработанная присыпка Таджбентал не обладает местно-раздражающими и аллергизирующими действиями.

### ВЫВОДЫ

1. Определены состав и физико-химические свойства талька Мульводжского месторождения Республики Таджикистан.
2. Изучены условия взаимодействия талька с соляной кислотой. Найдены оптимальные условия кислотной очистки талька с извлечением хлористого железа.
3. Изучена кинетика процесса солянокислотной очистки талька. Найдена кажущаяся энергия активации, которая составляет 19,4 Дж/моль, что свидетельствует о протекании процесса в смешанной диффузионной области.
4. Разработана принципиальная технологическая схема очистки талька солянокислотным способом. Доказано, что очищенный тальк соответствует требованиям установленного стандарта, а его стоимость в 1,77 раза дешевле импортируемого.
5. Показана возможность применения Мульводжского талька для медицинских и фармацевтических целей. Разработана и утверждена фармакопейная статья для талька Мульводжского месторождения Министерством здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан ФСП МЗ № 23-0011-17.
6. Очищенный солянокислотным способом тальк использован при разработке детской присыпки под названием «Таджбентал».

Основное содержание работы изложено в следующих публикациях:

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

1. Давлатмамадова, М.М. Кинетика процесса очистки талька солянокислотным способом / М.М. Давлатмамадова, С.Д. Исупов, Д.Р. Рузиев // Вестник Таджикского Национального Университета. – Душанбе. - 2012. - № 1/2 (81) - С. 154-156.
2. Давлатмамадова, М.М. Физико-химические свойства талька Мульводжского месторождения / М.М. Давлатмамадова, С.Д. Исупов, Д.Р. Рузиев // Вестник Таджикского Национального Университета. – Душанбе. - 2013. - № 1/1(102) - С. 139-141.
3. Давлатмамадова, М.М. Очистка талька Мульводжского месторождения солянокислотным способом / М.М. Давлатмамадова, Д.Р. Рузиев, Д.Н. Джамшедов, С.Д. Исупов // Известия Академии Наук Республики Таджикистан. – 2014. - №2 (155). - С. 82-87.

Публикации в материалах конференций

1. Давлатмамадова, М.М. Физико-химический анализ талька Мульводжского месторождения Республики Таджикистан / М.М. Давлатмамадова, С.Д. Исупов, Д.Р. Рузиев // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования». ТГУ им. М.С. Осмин. - 2010. - С.226-228.



2. Давлатмамадова, М.М. Физико-химические и технологические основы разработки талька Мульводжского месторождения. / М.М. Давлатмамадова, С.Д. Исупов, Д.Р. Рузиев // Материалы Республиканской научной конференции «Химия: исследования, преподавание, технология», посвященной «году образования и технических знаний» ТНУ Научно-исследовательский институт.- 2010. - С.102.
3. Давлатмамадова, М.М. Технологические основы разработки талька Мульводжского месторождения Республики Таджикистан / М.М. Давлатмамадова, С.Д. Исупов, Д.Р. Рузиев // Таджикиский Национальный Университет. Материалы Международной конференции «Химия производных глицерина: синтез, свойства и аспекты их применения», посвященной международному году химии и памяти д.х.н., профессора, член-корреспондента АН РТ Кимсанова Б.Х. - 2012. - С.149-153.
4. Давлатмамадова, М.М. Физико-химические и технологические основы очистки талька Таджикистана / М.М. Давлатмамадова, С.Д. Исупов, Д.Р. Рузиев // Таджикиский Национальный Университет. Материалы республиканской конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана» Кафедра прикладной химии. 28-29 октября 2013г. - С.101
5. Давлатмамадова М.М. Изучение стабильности субстанции очищенного талька мульводжского месторождения/ М.М.Давлатмамадова, Юсуфи Саломудин// Академия наук Республики Таджикистан институт химии им.В.И.Никитина XII Нумановские чтения. Достижение химической науки за 25 лет государственной независимости Республики Таджикистан. Душанбе-23 ноября 2016г. -С.246
6. Давлатмамадова М.М. Стандартизация очищенного талька из Мульводжского месторождения солянокислотным способом/ М.М. Давлатмамадова, Юсуфи Саломудин// Академия наук Республики Таджикистан Институт химии им.В.И. Никитина XII Нумановские чтения. Достижения химической науки за 25 лет государственной независимости Республики Таджикистан. Душанбе-23 ноября 2016г.-С.249
7. Давлатмамадова М.М. Физико-химическое изучение местного очищенного талька в фармацевтике / М.М.Давлатмамадова, С.Дж. Юсуфи, С.С. Джабборова, С.Ш. Мирон // Материалы 66-ой годичной научно-практической конференции ТГМУ им. Абуали ибни Сино с международным участием «Роль и место инновационных технологий в современной медицине». - 2018. - Т.2. - С.358-359.

Патент на изобретение

Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 833, МПК С 01 В 33/22. Способ солянокислотной очистки талька Мульводжского месторождения / заявитель и патентообладатель: Юсуфи С.Дж., Давлатмамадова М.М.// №1601068; заявл. 06.09.2016; опубл.18.04.2017, Бюл.126, 2017. -2с.

Сдано в набор 04.02.2019г. Подписано в печать 05.02.2019г.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Усл. пл. 1,5.

Заказ № 9. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ТНУ

г. Душанбе, ул. Лахути, 2.



