

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности



**ИНФОМАЙН** 

исследовательская группа

[www.infomine.ru](http://www.infomine.ru)

# Обзор рынка дисульфида молибдена в России и СНГ

Москва  
январь, 2016

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/27/493>

Общее количество страниц: 74 стр.

Стоимость отчета – 48 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн»

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация .....	6
<b>1. Сырье для выпуска дисульфида молибдена, технологии производства ...</b>	<b>7</b>
<b>2. Требования к качеству, режим транспортировки и требования к упаковке .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Производство дисульфида молибдена в СНГ .....</b>	<b>17</b>
<b>4. Внешнеторговые операции с дисульфидом молибдена в СНГ в 2007-2015 гг.....</b>	<b>22</b>
4.1. Внешнеторговые операции России с дисульфидом молибдена .....	22
4.2. Краткая характеристика основных поставщиков дисульфида молибдена в Россию.....	27
4.3. Внешнеторговые операции Украины с дисульфидом молибдена.....	31
<b>5. Экспортно-импортные цены на дисульфид молибдена в СНГ в 2011-2015 гг. ....</b>	<b>35</b>
<b>6. Потребление дисульфида молибдена .....</b>	<b>39</b>
6.1. Основные области применения дисульфида молибдена .....	39
6.2. Потребление дисульфида молибдена в России и СНГ в 2004-2015 гг. ....	48
6.3. Российские потребители дисульфида молибдена .....	53
<b>7. Прогноз производства и потребления дисульфида молибдена в России и СНГ до 2020 г.....</b>	<b>67</b>
<b>Приложение. Адреса и телефоны предприятий-потребителей дисульфида молибдена в СНГ .....</b>	<b>74</b>

## Список таблиц

- Таблица 1. Требования к молибденовым концентратам, получаемым в результате флотационного обогащения (ГОСТ 212-76)
- Таблица 2. Требования к молибденовым концентратам, получаемым в результате гидрометаллургической переработки (ГОСТ 212-76)
- Таблица 3. Области применения различных марок молибденовых концентратов
- Таблица 4. Требования к качеству дисульфида молибдена в соответствии с ТУ 48-19-133-90
- Таблица 5. Объем производства продукции ОАО «Скопинский металлургический комбинат «Металлург» в 1996-2009 гг., т
- Таблица 6. Объем внешнеторговых операций России с дисульфидом молибдена в 2007-2015 гг., т, кг, тыс. \$
- Таблица 7. Объем поставок импортного дисульфида молибдена в Россию по производителям в 2009-2015 гг., т
- Таблица 8. Объем импорта дисульфида молибдена российскими компаниями в 2008-2015 гг., т
- Таблица 9. Технические характеристики дисульфида молибдена производства Climax Molybdenum Company
- Таблица 10. Технические характеристики дисульфида молибдена производства Thompson Creek Metals Company
- Таблица 11. Технические характеристики дисульфида молибдена производства Trigon Chemie GmbH
- Таблица 12. Объем внешнеторговых операций Украины с дисульфидом молибдена в 2007-2015 гг., т, тыс. \$
- Таблица 13. Объем импорта дисульфида молибдена украинскими компаниями в 2007-2015 гг., т
- Таблица 14. Динамика производства смазок ОАО «АЗМОЛ» в 2007-2012 гг., тыс. т
- Таблица 15. Объемы поставок и средние импортные цены на дисульфид молибдена по поставщикам в 2011-2015 гг.
- Таблица 16. Объем производства пластичных смазок с дисульфидом молибдена ОАО «НК «Роснефть» – МЗ «Нефтепродукт» в 2013-2014 гг., т

## Список рисунков

- Рисунок 1. Кристаллическая решетка молибденита
- Рисунок 2. Принципиальная схема получения дисульфида молибдена высокой чистоты
- Рисунок 3. Динамика производства дисульфида молибдена ОАО «Скопинский металлургический комбинат «Металлург» в 2001-2009 гг., т
- Рисунок 4. Динамика импорта дисульфида молибдена в России в 2007-2015 гг., т, тыс. \$
- Рисунок 5. Динамика импорта дисульфида молибдена на Украине в 2007-2015 гг., т, тыс. \$
- Рисунок 6. Динамика импортных цен на дисульфид молибдена в России в 2011-2015 гг., \$/кг
- Рисунок 7. Динамика среднегодовых экспортных и импортных цен на дисульфид молибдена на Украине в 2007-2014 гг., \$/кг.
- Рисунок 8. Руководство по выбору консистентной смазки
- Рисунок 9. Примерная структура потребления дисульфида молибдена в СНГ по странам в 2014 г., %
- Рисунок 10. Динамика потребления дисульфида молибдена в России в 2006-2015 гг., т
- Рисунок 11. Динамика «видимого» потребления дисульфида молибдена на Украине в 2007-2014 гг., т
- Рисунок 12. Динамика производства пластмасс в первичных формах ОАО «Галополимер» в 2011-2014 гг., т
- Рисунок 13. Динамика производства смазочных материалов в России в 2000-2015 гг., тыс. т
- Рисунок 14. Изменение структуры потребления пластичных смазок в России по видам в 2011-2014 гг., %
- Рисунок 15. Динамика импорта смазок с дисульфидом молибдена в России в 2010-2015 гг., т
- Рисунок 16. Прогноз потребления дисульфида в России на период до 2020 г., т

## Аннотация

Настоящий обзор является первым изданием исследования рынка дисульфида молибдена в России и СНГ.

**Цель исследования** – анализ рынка дисульфида молибдена и прогноз его развития на период до 2020 г.

**Объектом исследования** является дисульфид молибдена.

**Хронологические рамки исследования** – 2001-2015 гг., прогноз – 2016-2020 гг.

**География исследования:** Россия и СНГ

Данная работа является, в основном, *кабинетным исследованием*. В качестве источников информации использовались данные Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат), данные таможенной статистики РФ и Украины, данные статистики железнодорожных перевозок Российской Федерации. Также использованы данные отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, материалы интернет-сайтов предприятий-потребителей дисульфида молибдена..

При работе над отчетом проводились телефонные интервью участников рынка.

Отчет состоит из 7 глав, содержит 74 страницы, 16 рисунков, 16 таблиц и Приложение.

В **первой главе** отчета приведены общие сведения о дисульфиде молибдена, в том числе о сырье и технологиях получения данного продукта.

Во **второй главе** приведены данные о нормативных документах, регламентирующих требования к качеству дисульфида молибдена, режиму транспортировки и упаковки.

**Третья глава** посвящена производству дисульфида молибдена в период с 2001 г. В ней приведены статистические данные об объемах производства данной продукции.

В **четвертой главе** проведен подробный анализ динамики внешнеторговых операций с дисульфидом молибдена в России и на Украине в 2007-2015 гг. Определены объемы и основные направления поставок продукта.

В **пятой главе** приведены статистические данные об экспортно-импортных ценах на дисульфид молибдена в период 2011-2015 гг.

**Шестая глава** посвящена потреблению дисульфида молибдена в России и СНГ. В ней приведены данные об объемах потребления дисульфида молибдена в России и СНГ в 2004-2015 гг., основных областях применения и потребителях данного продукта.

В **седьмой, заключительной главе**, представлен прогноз развития рынка дисульфида молибдена на период до 2020 г.

В **Приложении** приведена контактная информация потребителей дисульфида молибдена в России и СНГ.

## 1. Сырье для выпуска дисульфида молибдена, технологии производства

*Дисульфид молибдена* ( $\text{MoS}_2$ ) – сульфид четырехвалентного молибдена – является для молибдена основной формой природного соединения.

В природе молибден встречается только в виде соединений, известно около двух десятков его минералов, среди которых наиболее распространенными являются молибденит ( $\text{MoS}_2$ ), повелит ( $\text{CaMoO}_4$ ), молибдошеелит ( $\text{Ca}(\text{Mo},\text{W})\text{O}_4$ ), молибдит ( $x\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y\text{MoO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ ) и вульфенит ( $\text{PbMoO}_4$ ). Из всех встречающихся в природе минералов молибдена существенное промышленное значение имеет только молибденит. Подавляющая масса молибденовых руд добывается именно в виде молибденита.

Молибденит – минерал от синевато-серого до черного цвета с металлическим блеском, жирный на ощупь, очень мягкий (твердость по шкале Мооса 1,0-1,5).

Кристаллы молибденита имеют форму пластинок и при небольшом трении (например, о бумагу) расслаиваются на тончайшие лепестки, оставляя серо-зеленый след.

Кристаллическая структура молибденита типично слоистая – листы ионов молибдена (Mo) располагаются между двумя листами ионов серы (S) (рис. 1). В слоях  $\text{MoS}_2$  образуются прочные связи между атомами серы и молибдена и очень слабые – между атомами серы. Этим обусловлена совершенная спайность кристаллов – слои молибденита легко «скользят» относительно друг друга.

По данным химических анализов, содержание молибдена в молибдените колеблется в пределах 57,1-60,05%, серы – 39,7-42,0%. Во многих случаях является химически чистым соединением, т. е. не содержит изоморфных примесей, кроме рения. По данным спектральных анализов, содержание рения в молибдените является максимальным по сравнению с содержанием его в других сульфидах (от  $5 \cdot 10^{-7}$  до  $2 \cdot 10^{-4}\%$ ).

При нормальной температуре молибденит химически устойчив. Начинает окисляться при температуре выше 300-400°C. При температуре 500-550°C сгорает полностью до  $\text{MoO}_3$  и частично до  $\text{MoO}_2$ . Температура плавления +1185°C.

Плотность молибденита 4,8 г/см<sup>3</sup>.

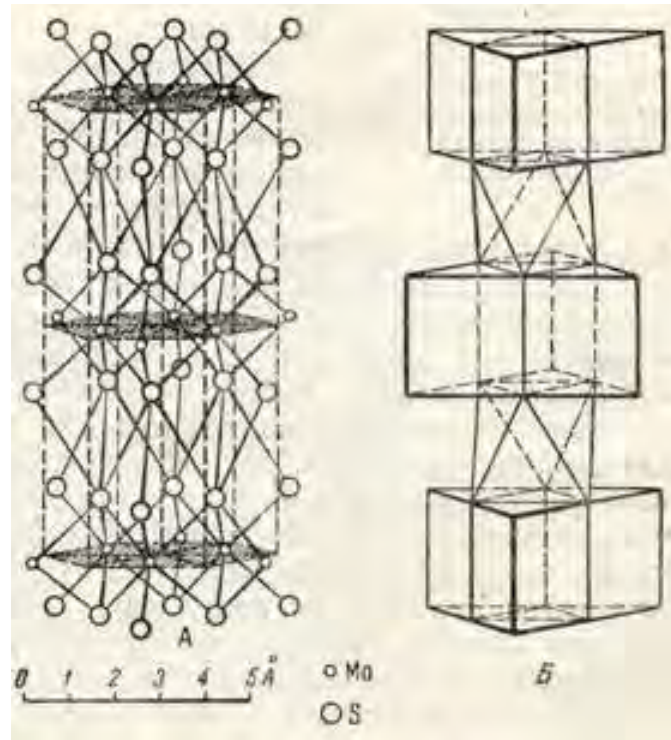
Электропроводность – диэлектрик или полупроводник.

Обладает высокой радиационной стойкостью.

$\text{MoS}_2$  не растворяется в воде, маслах и разбавленных минеральных кислотах даже при нагревании. Растворяется в царской водке, окисляется в горячих концентрированных  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$



## Рисунок 1. Кристаллическая решетка молибденита



Прим. А - расположение центров ионов (листы, содержащие ионы молибдена, заштрихованы); Б - та же решетка, изображенная по способу Н. В. Белова  
 Источник: Курс минералогии, Бетехтин А.Г.

Благодаря слоистой структуре и очень низкому коэффициенту трения дисульфид молибдена получил широкое применение в качестве компонента смазочных материалов.

Химическое вещество дисульфид молибдена, используемое в промышленности, имеет номер CAS–1317-33-5 по международной классификации.

Основным источником получения дисульфида молибдена служат природные руды.

Среди промышленных молибденовых руд по форме рудных тел и минеральному составу выделяют жильные (кварцевые и кварц-серицитовые, кварц-молибденит-вольфрамитовые), прожилково-вкрапленные (кварц-молибденит-серицитовые, медно-молибденовые, медные порфиоровые с молибденом), скарновые (молибденовые, вольфрамо-молибденовые, медно-молибденовые). Первые 2 типа руд гидротермального происхождения, третий – контактового.

Ранее наибольшее значение имели кварцевые жильные месторождения, среднее содержание молибдена в которых составляло 0,3-0,4%, иногда – до 1%.

Из-за обычных для данного типа руд небольших запасов они, в основном, выработаны.



В настоящее время промышленное значение имеют молибденовые, медно-молибденовые и медно-порфиновые месторождения прожилково-вкрапленного типа, а также скарновые месторождения.

В первых содержание молибдена составляет 0,05-0,15%, в наиболее крупных (Climax в США) – до 0,4%. Вкрапленность молибдена в этих рудах значительно более мелкая, чем в жилах.

Сопутствующими минералами являются халькопирит, пирит, реже другие сульфиды, арсениды, магнетит. Как из медно-молибденовых, так и из медно-порфиновых руд молибден добывается попутно с медью, что является экономически обоснованным даже при очень низких содержаниях молибдена.

Основным методом обогащения молибденовых руд является флотация. После дробления и измельчения руда поступает сначала на коллективную сульфидную флотацию, а затем – на селективную флотацию с применением специальных реагентов, в процессе которой (при заданном значении pH) происходит селективное отделение  $\text{MoS}_2$  от других сульфидов.

Повторяя процесс селективной флотации 4-6 раз (с промежуточным измельчением) получают, в зависимости от технологии и первоначального минералогического состава молибденовый концентрат с содержанием Mo 48-58,6%, Cu – 0,01-2,2%. В процессе флотации степень извлечения молибденита составляет 90-95% и выше.

В мировой практике большая часть молибденовых концентратов подвергается обжигу для получения ангидрида молибдена ( $\text{MoO}_3$ ), который, в свою очередь, служит сырьем для получения молибденовой продукции дальнейших переделов – в основном, ферромолибдена и металлического молибдена.

Качество молибденовых концентратов в СНГ, а также области их применения регламентированы ГОСТ 212-76 (Концентрат молибденовый. Технические условия) (табл. 1-3).

**Таблица 1. Требования к молибденовым концентратам, получаемым в результате флотационного обогащения (ГОСТ 212-76)**

Марка	Mo, % не менее	Примеси, %, не более				
		SiO <sub>2</sub>	As	Sn	P	Cu
КМФ-В	56	4	0,03	0,01	0,02	0,07
КМФ-1	54	4	0,03	0,01	0,02	0,08
КМФ-2	52	4	0,03	0,02	0,02	0,4
КМФ-3	51	5	0,04	0,02	0,02	0,4
КМФ-4	50	5	0,04	0,02	0,02	1,2
КМФ-5	48	7	0,05	0,04	0,03	0,7
КМФ-6	47	9	0,06	0,05	0,05	1
КМФ-7	45	11	0,07	0,07	0,05	2
КМФ-8	35	Не нормируется				

Источник: ФГУП «Стандартинформ»

**Таблица 2. Требования к молибденовым концентратам, получаемым в результате гидрометаллургической переработки (ГОСТ 212-76)**

Марка	Mo, % не менее	Примеси, %, не более							
		SiO <sub>2</sub>	As	Sn	P	Cu	Na <sub>2</sub> O	WO <sub>3</sub>	Sb
КМГ-В	58	0,3	0,03	0,01	0,01	0,01	0,8	2,0	0,01
КМГ-1	56	0,4	0,04	0,01	0,01	0,01	0,8	4,5	0,01
КМГ-2	54	0,7	0,07	0,01	0,02	0,02	1,0	5,0	0,01

Источник: ФГУП «Стандартинформ»

**Таблица 3. Области применения различных марок молибденовых концентратов**

Марка	Преимущественные области применения
КМФ-В	Производство солей молибдена и технической трехокиси молибдена
КМФ-1	
КМФ-2	Производство дисульфида молибдена и солей молибдена
КМФ-3	Производство ферромolibдена, дисульфида молибдена и солей молибдена
КМФ-4	Производство солей молибдена и технической трехокиси молибдена
КМФ-5	Производство ферромolibдена и солей молибдена
КМФ-6	Производство ферромolibдена, технической трехокиси молибдена
КМФ-7	Производство технической трехокиси и солей молибдена
КМФ-8	
КМГ-В	Производство ферромolibдена и вольфрамсодержащих лигатур на основе молибдена
КМГ-1	
КМГ-2	

Источник: ФГУП «Стандартинформ»

Дисульфид молибдена является весьма малотоннажным продуктом в общем объеме производимой молибденовой продукции.

В промышленности востребован дисульфид молибдена высокой чистоты (не менее 98% содержания MoS<sub>2</sub>). Его получают, в основном, путем тщательной очистки природного дисульфида с последующим механическим измельчением.

Важным фактором, обеспечивающим адгезию покрытий из дисульфида молибдена, а также седиментационную устойчивость суспензий его в жидких маслах, является размер частиц. Обычно используют фракции 1-60 мкм, получаемую истиранием в вибромельницах в течение 40 мин и 1-7 мкм, получаемую в струйных мельницах. При малой производительности порядка 200 г/ч. удастся получить фракцию 0,5-3 мкм, при этом наблюдается большой разброс размеров частиц.

Молибденовый концентрат, полученный в результате селективной флотации и загрязненный примесями, подвергается обработке различными химическими реагентами для получения дисульфида молибдена высокой чистоты.

Последовательность, число операций, реагенты для «химического обогащения» (гидрометаллургия) флотационного концентрата зависит от исходного типа руды, содержания и вида примесей и пр.

Известен способ получения дисульфида молибдена, включающий флотационное обогащение молибденовых руд, обработку концентрата смесью серной кислоты и фтористого аммония, азотной кислотой, далее отмывку водой, раствором соды, спиртом и сушку очищенного дисульфида молибдена (положительное решение от 27.04.92 по заявке на изобретение N 5020365/02 от 27.01.92).

К недостаткам данного способа можно отнести сложную и дорогостоящую технологию, связанную с тем, что в исходных рудах и концентратах, полученных из них, содержится значительное количество таких элементов как кремний, алюминий, железо и др.

Патент №2200203 получен на способ получения дисульфида молибдена для приготовления антифрикционных масляных суспензий

Изобретение относится к технологии получения дисульфида молибдена, обладающего антифрикционными свойствами, получаемого двухстадиальной кислотной доводкой природного молибденита и специальными режимами отмывки и сушки.

После проведения двухстадиальной кислотной обработки, содовой и водной отмывки молибденитового флотоконцентрата на стадии спиртовой отмывки используется насыщенный раствор масла в спирте при соотношении  $\text{MoS}_2$ :раствор=1:0,21. Последующую сушку осуществляют при температуре выше точки кипения воды – 101°C, но ниже точки кипения самой легкокипящей фракции используемого минерального масла – 145°C.

Способ позволяет интенсифицировать процесс сушки без окисления основного вещества  $\text{MoS}_2$ .

Специалистами из Армении (2004 г.) предложена комбинированная технология получения чистого  $\text{MoS}_2$  с минимальным содержанием примесей из концентрата Каджаранского месторождения, имеющего примерно следующий химический состав: Mo – 48,4%, Cu – 0,87%, Fe – 2,75%,  $\text{SiO}_2$  – 6,14%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 1,06%, CaO – 1,02%, S – 33,1%, MgO – 0,47%.

Принципиальная схема включает в себя следующие операции:

1. Удаление флотореагентов и обесшламливание молибденового концентрата. Очистку концентрата от флотореагентов проводили метасиликатом или карбонатом натрия, обладающих моющими свойствами.

2. Химическая очистка концентрата с целью глубокой очистки  $\text{MoS}_2$  от примесей:

а) выщелачивание 3%-ой азотной кислотой при температуре 55-60°C в течение 5 часов;

б) второе выщелачивание 20%-ой плавиковой кислотой при температуре 60°C в течение 12 часов;

в) третье выщелачивание 7%-ой азотной кислотой при температуре 55-60°C;

г) на четвертом выщелачивании для удаления с поверхности минерала оставшейся трехокиси молибдена и мизерного количества образующейся молибденовой кислоты проводят промывку осадка 12%-ым раствором аммиака, а затем дистиллированной горячей водой до pH=7.

После промывки водой продукт снова промывают гидролизным этиловым спиртом или другим растворителем для очистки от остаточного масла и влаги с фильтрацией. Затем его сушат на воздухе с облучением инфракрасными лучами или в вакууме при температуре 140-150°C до приобретения постоянного веса.

Высушенный концентрат подается на просев через контрольное вибросито с диаметром ячеек 140 мкм. Класс +140 мкм отделяется для использования в других целях или возвращается в головной процесс, а класс – 140 мкм является молибденитом высокой чистоты (рис. 2).

Помимо получения дисульфида молибдена из природного сырья путем флотации и последующей очисткой известны также способы получения синтетического дисульфида молибдена.

По некоторым данным, дисульфид молибдена, полученный синтезом из химических веществ, по сравнению с  $\text{MoS}_2$ , извлекаемым из рудного сырья, обладает более высоким качеством, что связано с практическим отсутствием в нем (и в исходных продуктах) таких примесей как кремний, алюминий и др.

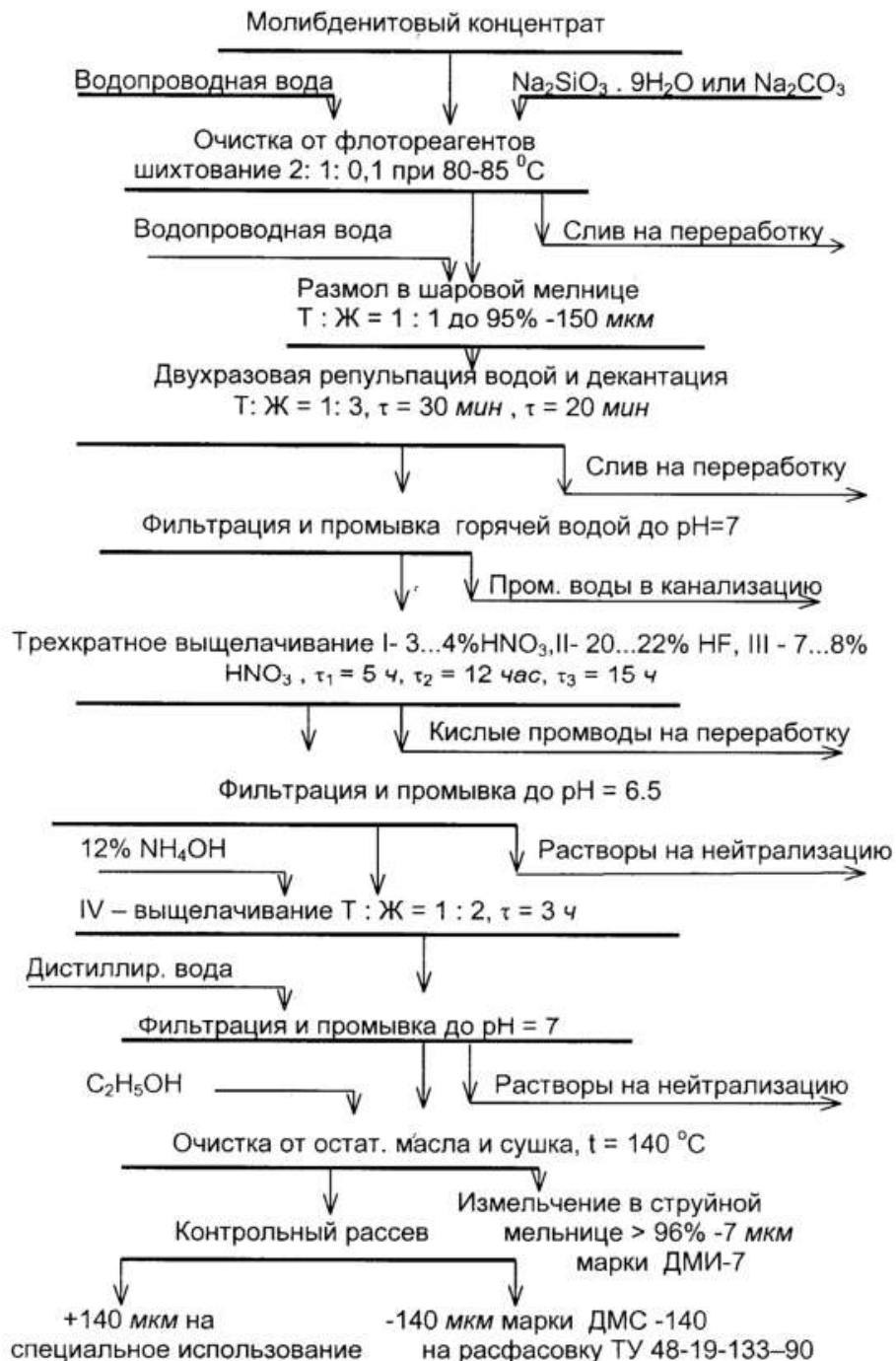
Известен способ получения дисульфида молибдена, включающий его синтез из шихты трехокиси молибдена, серы, карбоната натрия и последующую обработку спека горячей водой, раствором аммиака, 5%-ной соляной кислотой, водой, с последующим обезвоживанием спиртом и сушкой в вакууме.

К недостаткам данного способа относятся низкие присадочные свойства получаемого дисульфида молибдена, связанные как со слабо-кислой средой получаемого твердого, так и со структурой конечного  $\text{MoS}_2$ , зависящей от режимов его обработки.

Специалистами Приаргунского горно-химического объединения (ППГХО) был запатентован способ получения синтетического дисульфида молибдена (патент РФ 2122598, 1998 г.).

Дисульфид молибдена синтезируют при термообработке шихты, состоящей из трехокиси молибдена, серы и карбоната натрия. Полученный продукт подвергают обработке раствором карбоната натрия, водой, раствором трилона Б. Проводят водную репульпацию и обезвоживание.

**Рисунок 2. Принципиальная схема получения дисульфида молибдена высокой чистоты**



Источник: обзор специальной литературы

Образцы дисульфида молибдена синтезировали в полупромышленных условиях. Состав шихты был идентичен во всех опытах: трехокись молибдена: кальцинированная сода: сера = 33,5:40,7:25,8. Синтез вели в графитовых тиглях при температуре 800-820°C в течение двух с половиной часов. Обработку спека деминерализованной водой и растворами химических соединений проводили при отношении Т:Ж=1:7, в течение 2 часов на каждой стадии. Предлагаемое

изобретение относится к области химической технологии и может быть применено на предприятиях, использующих молибдаты и окислы молибдена.

На основе исследования образцов, полученных по запатентованному способу, был сделан вывод о том, что предлагаемый способ получения синтетического дисульфида молибдена по сравнению с известным позволяет существенно улучшить присадочные свойства синтезируемого соединения.