



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

(ФГБОУ ВО «ЧПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

**СИНТЕЗ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ
ОБЛАСТИ**

**Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 Экология и природопользование
Направленность программы бакалавриата
«природопользование»**

Работа _____ к защите
рекомендована/не рекомендована

«___» _____ 2016 г.
зав. кафедрой географии
и методики обучения географии

_____ к. г. н. доцент ЧГПУ А.В. Малаев

Выполнила:
студентка группы ОФ-401/058-4-1
Ненашева Кристина Сергеевна

Научный руководитель:
старший преподаватель кафедры
географии и МОГ
Васильева Наталья Николаевна

Челябинск

2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	7
1.1. Географическое положение, размеры и административно- территориальное устройств	7
1.2. Климат	9
1.3. Рельеф области	10
1.4. Почвы	11
1.5. Растительный и животный мир	12
1.6. Поверхностные воды	13
1.7. Подземные воды	15
1.8. Геологическое строение и полезные ископаемые	17
ГЛАВА 2. ЗНАЧЕНИЕ КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ	19
2.1. Общая характеристика неметаллических полезных ископаемых	19
2.2. Понятие камнесамоцветного сырья	21
2.3. Ресурсы и особенности мирового рынка камнесамоцветного сырья	22
2.4. Синтез камнесамоцветного сырья	23
2.5. Основные методы выращивания синтетических камней	24
2.5.1. Метод М.А. Вернейля	24
2.5.2. Метод Яна Чохральского	26
2.5.3. Гидротермальный способ выращивания кристаллов драгоценных камней	28
ГЛАВА 3. ИСТОРИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ СИНТЕЗА КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	30
3.1. Характеристика экспериментальной площадки	31

3.2.	Исторические этапы становления и развития синтеза минерального сырья в Челябинской области	31
3.3.	Характеристика сырьевой базы для выращивания полных аналогов природных кристаллов в г.Южноуральске	35
3.3.1.	Характеристика природного кварца	36
3.3.2.	Характеристика важнейших геолого-промышленных типов месторождений кварца	40
3.3.3.	Характеристика месторождений кварцевого сырья для производства полных аналогов природных кристаллов	44
3.3.3.1.	Кыштымские месторождения гранулированного кварца	44
3.3.3.2.	Анализ кварцево-сырьевого потенциала Кыштымского района	47
3.3.4.	Характеристика гранулированного кварца	48
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	55

ВВЕДЕНИЕ

Одним из видов стратегически важного минерального сырья являются монокристаллические минеральные образования. Минералы в виде монокристаллов в природе явление достаточно редкое. Среди них наиболее известны кристаллы горного хрусталя (кварц), слюд (мусковит, флогопит, биотит), сюда же можно отнести алмазы, кристаллы драгоценных камней (бериллы, корунды, шпинель, топаз, турмалин, сподумен, гранаты и пр.). Во второй половине XX века кристаллы различных соединений окончательно утвердились в качестве одного из основных конструкционных материалов изделий высоких технологий. Практически нет ни одной из сфер деятельности человека от космоса до быта, где бы ни применялись изделия, содержащие кристаллические элементы.

Актуальность: потребности современной техники в кристаллах огромны как по объемам, так и по номенклатуре кристаллов и удовлетворить их добычей природного сырья невозможно.

Проблема: для массового производства компонентов электронной техники весьма важным является повторяемость свойств исходных кристаллических материалов, а все природные кристаллы сугубо индивидуальны.

Кристаллы с совершенной структурой вообще уникальны. Немаловажно и то, что природа исчерпаема, а запасы кристаллического сырья, по сравнению с другими полезными ископаемыми, ничтожны.

Одним из направлений охраны и рационального использования недр является создание искусственных заменителей наиболее дефицитного минерального сырья.

Синтез кристаллов различных соединений зародился в середине прошлого века в связи с изучением природного минералообразования. Ныне - это самостоятельная промышленная отрасль, хорошо развитая во многих странах мира.

Цель работы: изучить синтез природных минеральных ресурсов в Челябинской области.

Номенклатура кристаллических веществ, выпускаемых мировой промышленностью, огромна. По отношению к природным кристаллам все выращиваемые кристаллы можно разделить на две группы:

- полные аналоги природных кристаллов (кварц, алмаз, рубин, изумруд, турмалин, слюды и т.д.)
- структурные аналоги природных, но имеющие иной химический состав (например, редкоземельно-алюминиевые и галлий-гадолиниевые гранаты).

Двух абсолютно одинаковых природных кристаллов не существует. Созданные за миллионы лет природой кристаллические вещества настолько разнообразны по своим свойствам за счет комбинаций примесей и дефектов структуры, что повторить их в эксперименте просто невозможно. Полные аналоги природных кристаллов (кварц, алмаз, корунд, флюорит, кальцит и др.) наиболее широко, успешно и долгое время применяются и будут применяться в технике, в то время как чисто искусственные соединения, несмотря на некоторые более высокие потребительские свойства, имеют все же достаточно локальную нишу.

Задачи исследования:

1. Изучить основные методы выращивания искусственного природного кристаллического сырья
2. Изучить историю и современное направление синтеза минеральных ресурсов в Челябинской области
3. Изучить сырьевую основу для синтеза природных минеральных ресурсов

Объект исследования: природные минеральные ресурсы

Предмет исследования: синтез минеральных ресурсов

Методы исследования:

- Частично-поисковый
- Аналитический
- Метод системного анализа
- Фотосъёмка

Научная новизна: впервые проведен комплексный анализ синтеза кристаллических соединений в Челябинской области.

Практическая значимость: результаты исследований могут быть полезны для организации рационального недропользования.

Апробация:

- IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы географии Урала и сопредельных территорий» (Челябинск, 19-21 мая 2016 г.)
- Статья «Синтез камнесамоцветного сырья в Челябинской области» в сборнике по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы географии Урала и сопредельных территорий», стр.240-244

Структура: работа объемом 58 страниц, состоит из введения, трех глав, содержит заключение, в тексте представлены 10 рисунков, 2 таблицы. Библиографический список включает 33 наименования.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

1.1. Географическое положение, размеры и административно-территориальное устройство

На рубеже двух частей света – на стыке Европы и Азии – раскинулся удивительный край – Урал. Челябинская область – часть Урала, занимающая его южную часть. Условная граница между Европой и Азией проводится в основном по водораздельным хребтам Уральских гор. Площадь Челябинской области равна 88,5 тыс. км². Протяжённость области с севера на юг 490 км. (от 51°57' до 56°22' с.ш.), с запада на восток 400 км. (от 57°05' до 63°25' в.д.). Географический центр области располагается в точке с координатами 54°15' с.ш. и 60°04' в.д. Он находится на правом берегу р. Уй, в 3 км. на юго-восток от с. Нижнеусцелемово Уйского района. Общая протяжённость границ области составляет 2750 км. На севере граничит со Свердловской областью – 260 км., на востоке с Курганской – 410 км., на юге с Оренбургской – 200 км., на западе с Башкирией – 1150 км., на юго-востоке граница проходит с Казахстаном – 730 км.

Челябинская область образована 17 января 1934 года в результате разукрупнения Уральской области. На территории области находится 30 городов, 24 посёлка городского типа и более 1900 сельских поселений, которые объединяются в 264 сельские администрации. В её состав входят 24 административных района, кроме того, выделено 24 города областного подчинения с относящимися к некоторым из них территориями (табл. 1).

Таблица 1

Административные районы Челябинской области [1]

№	Район	Районный центр	Население, тыс. чел	Территория, км ²
1	Агаповский	п. Агаповка	37	2664,4
2	Аргаяшский	п. Аргаяш	45,2	2804,8
3	Ашинский	г. Аша	42,9	2791,9
4	Брединский	п. Бреды	33,8	5149,7
5	Варненский	п. Варна	32,9	3852,7
6	Верзнеуральский	г. Верхнеуральск	46,0	3462,7
7	Еткульский	с. Еткуль	30,5	2740,9
8	Карталинский	г. Карталы	23,1	4673,7
9	Каслинский	г. Касли	10,8	3209,4
10	Катав-Ивановский	г. Катав-Ивановск	23,0	4114,7
11	Кизильский	с. Кизильское	33,1	4331,3
12	Красноармейский	с. Миасское	46,4	3814,5
13	Кунашакский	с. Кунашак	35,4	3264,0
14	Кусинский	г. Куса	37,5	1767,7
15	Нагайбагский	с. Фершампенуаз	25,7	3081,2
16	Нязепетровский	г. Нязепетровск	27,0	3459,4
17	Октябрьский	с. Октябрьское	31,0	4326,8
18	Саткинский	г. Сатка	45,7	2311,6
19	Сосновский	с. Долгодеревенское	55,2	2205,6
20	Троицкий	г. Троицк	35,9	4740,6
21	Увельский	п. Увельский	31,1	3357,2
22	Уйский	с. Уйское	30,3	2635,8
23	Чебаркульский	г. Чебаркуль	31,5	3195,2
24	Чесменский	с. Чесма	20,7	2662,8

1.2. Климат

Челябинская область находится в центре материка Евразия, на большом расстоянии от морей и океанов, что является причиной континентального климата, особенно в Зауралье [1]. На формирование климата существенное влияние оказывают Уральские горы, которые создают препятствие на пути движения атлантических воздушных масс. Общими чертами климата являются: продолжительная холодная зима с устойчивым снежным покровом и непродолжительное тёплое (иногда жаркое) лето. Температурный режим изменяется в направлении с северо-запада на юго-восток. Большое влияние на развитие и характер природных процессов оказывает снежный покров. Продолжительность его изменяется от 170 дней в горной части до 150 дней на юге области. Средняя высота снежного покрова уменьшается от 50 – 80 см. в горных районах до 25 – 30 см. на юго-востоке. Средние январские температуры в этом направлении понижаются от -15 до -18° , а летние повышаются от $+16$ до $+19^{\circ}$. Следовательно, континентальность климата возрастает к юго-востоку.

На территории области преобладает западный перенос воздушных масс с Атлантики, который способствует увеличению увлажнения и смягчения климата в Предуралье. Зимой на Зауралье оказывает влияние Азиатский барический максимум, с которым связан вынос холодного континентального воздуха. Меридиональное простирание Уральских гор и открытость Зауралья в сторону Северного Ледовитого океана способствуют частому вторжению арктического воздуха, для которого характерны низкие температуры и малое содержание влаги. В летний сезон в южные районы поступает континентальный тропический воздух, приносящий жаркую, сухую погоду. Таким образом, с перемещением воздушных масс происходят переносы тепла и влаги.

Наибольшее количество ветреных дней отмечается в юго-восточных районах области 300 – 320 дней в году, а скорость ветра достигает до 20

м/сек. и более. Здесь часты бураны и пыльные бури. Для лесостепной и горно-лесной зон количество ветреных дней в году составляет соответственно 162 – 140 дней.

Наиболее влажными являются летние месяцы, когда выпадает около половины годового количества осадков. На зимний период приходится не более 25% годовой суммы. Больше всего осадков выпадает в горно-лесной зоне (Златоуст – 624 мм.; Аша – 761 мм.). В лесостепном Зауралье количество осадков уменьшается (Челябинск – 405 мм.). Ещё меньше их в южной степной части области (Бреды – 316 мм.). Количество осадков закономерно уменьшается с северо-запада на юго-восток. Таким образом, горно -лесная зона является районом избыточного увлажнения, а степная – засушливой.

Очень характерны для нашей области длительные бездождевые периоды – от 10 – 15 до 30 дней. Засуха нарушает водный режим. В отдельные годы резко мелеют озёра и реки, что негативно отражается на растительности, животных, особенно степной зоны [10].

1.3. Рельеф области

Челябинская область занимает в основном восточный склон Южного Урала и прилегающие к нему части Зауральской равнины и Западно - Сибирской низменности. И только небольшая часть территории на северо-западе заходит на западный склон Южного Урала.

В современном рельефе Южного Урала с запада на восток выделяются:

1. Уфимское плоскогорье;
2. собственно Уральские горы (Уральский кряж);
3. Зауральский пенеplen (плоская, местами слабовсхолмленная равнина).

К востоку Зауральская равнина переходит в широкую Западно - Сибирскую низменность – равнинную страну с многочисленными болотами и озёрными впадинами. На высокую горную часть (400 м. и выше) приходится 24% территории области. Приподнятые равнинные участки (400 – 200 м.) занимают 42% территории, а участки с пониженным рельефом (200 м. и менее) – 34% [10].

1.4. Почвы

Территория Челябинской области отличается сложным и разнообразным почвенным покровом, находящимся в прямой зависимости от природных условий. Основные типы почв по зонам в тыс. га от общей площади зоны представлены в таблице 2. Согласно данным таблицы, преобладающими почвами в горно-лесной зоне являются серые лесные почвы, в лесостепной зоне – чернозёмы обыкновенные и выщелоченные, причём на их долю в общей площади приходится 63,7%, в структуре же распаханых земель они составляют 76,9% пашни. Это довольно высокий показатель. В целом же по области преобладающими почвами являются чернозёмы выщелоченные – 1621,4 тыс. га и чернозёмы обыкновенные – 1361,1 тыс. га. В структуре площадей значительное место занимают в области солонцы (490,1 тыс. га) и серые лесные почвы (459,8 тыс. га) [1].

Таблица 2

Общие площади преобладающих почв в тыс. га [1]

№ пп	Типы почв	Всего по области	В том числе по зонам		
			горно- лесная	лесостепная	степная
1	Серые лесные почвы	459,8	-	459,8	-
2	Чернозёмы выщелоченные	1621,4	-	925,4	696,0
3	Чернозёмы обыкновенные	1361,1	-	305,5	1055,6

4	Чернозёмы неполноразвитые	235,0	-	29,0	206,0
5	Чернозёмы южные	170,5	-	-	170,5
6	Солонцы	490,1	-	231,4	258,7
7	Горные серые лесные почвы	169,6	169,6	-	-
8	Горные чернозёмы	25,0	25,0	-	-

1.5. Растительный и животный мир

Для растительности Челябинской области характерно большое разнообразие формаций: от горных тундр и горных криволесий, тёмно- и светлохвойных, смешанных и лиственных лесов до ковыльных степей. Южная оконечность Урала, на территории которой находится Челябинская область, расположена на границе Европы и Азии. Здесь сходятся сибирская, европейская, средневожская и казахская флора. Кроме этого, на Урале много остатков флоры прежних эпох – реликтовых видов, сформировалась и своя флора эндемиков. Флора её представлена широким набором видов из всех экологических и флористических групп, свойственных Уралу. Распределение растительных формаций по территории области, все особенности флоры находятся в прямой зависимости от её современных физико-географических условий и истории ландшафтов [1].

Растительность Челябинской области, согласно физико-географическому делению, можно подразделить на три зоны:

1. Растительность горно-лесной зоны, включающая западные и северо-западные районы области, куда входят подзоны:
 - а) смешанных хвойно-широколиственных лесов;
 - б) светлохвойных сосновых и лиственничных лесов;
 - в) тёмнохвойных елово-пихтовых лесов;

г) подгольцовые луга и редколесья;

д) гольцы (горные тундры).

2. Растительность лесостепной зоны, включающая центральную и северо-восточную, восточную части области (от реки Уй на север), с преобладанием лесов из берёзы и осины; участков луговой степи и остепнённых лугов, в настоящее время почвы полностью распаханых, и ленточных, островных боров.
3. Растительность степной зоны (южнее реки Уй), включающую разнотравно-ковыльные, луговые степи, кустарниковую растительность по балкам и низинам; островные боры, каменистые степи [10].

В настоящее время на территории области обитает 76 видов млекопитающих и 270 видов птиц. Пресмыкающиеся и земноводные представлены 17 видами, рыбы – 60 видами; насекомых только на территории Ильменского заповедника насчитывается более 10 тыс. видов. [1].

1.6. Поверхностные воды

На территории Челябинской области формируются и протекают многочисленные реки [1]. Много здесь и озёр, количество которых заметно увеличивается в Зауралье. Однако по сравнению с другими уральскими областями – Пермской, Свердловской, Курганской – воды в Челябинской области мало. Объясняется маловодье тем, что большинство рек представлено на территории области своим верхним течением, поэтому реки имеют небольшие размеры и очень маловодны. Недостаточное увлажнение Южного Урала также не способствует высокой водности рек [10]. Распределены реки крайне неравномерно. Более половины их приходится на западную, горную часть области. Здесь протекают Уфа, Ай, Юрюзань, Сим со своими притоками. Большая часть рек западных районов имеет характер типичных горных потоков. Реки отличаются быстрым

течением, каменистыми руслами с порогами и водопадами. Значительно беднее реками и их водными ресурсами зауральская часть области. Реки здесь текут спокойно, плавно, причудливо петляя среди широких долин. Это равнинные реки. Среди них притоки Исети (Миасс, Синара, Теча) и Тобола (Уй, Аят, Синташты). Юго-западные районы занимает бассейн реки Урал со своими притоками [1].

На территории области насчитывается более трёх тысяч озёр, суммарная площадь которых составляет 2125 кв. км. Преобладают озёра с малой площадью водного зеркала (0,5 кв. км. и меньше). Около ста озёр имеют площадь свыше 5 кв. км. Распределяются озёра на территории области неравномерно. В горно-лесной зоне одним из самых примечательных озёр является Зюраткуль, лежащее на высоте 724 м. В восточных предгорьях – целая группа замечательных по красоте озёр, составляющих гордость Южного Урала, - Б.Кисегач, Увильды, Тургояк, Еловое и другие, на берегах которых построены многочисленные здравницы. Основная группа озёр располагается на Зауральской холмистой равнине и в пределах Западно-Сибирской низменности. Химический состав озёрных вод исключительно разнообразен. Наряду с гидрокарбонатным, многие озёра имеют хлоридный, натриевый или сульфатный состав. Минерализация воды колеблется от нескольких десятков мг/л до 100 – 150 г/л [10].

В настоящее время в области насчитывается 377 водохранилищ, предназначенных для хозяйственного водоснабжения городов и сёл.

В области болота занимают площадь до 2500 км². По своему происхождению они подразделяются на три группы: болота верховые, низинные и переходного типа. Располагаются болота неравномерно. В горных и предгорных районах, а также в северной части Зауралья, в условиях избыточного увлажнения, преобладают верховые болота и болотца с редкой берёзовой порослью. Наиболее крупными, площадью свыше 30 км², являются Таганайское в верховьях реки Киалим, Уфимское

– в верховьях реки Уфы, Чусовское – в верховьях Чусовой и другие. Особенно много болот к северу от Карабаша, к югу и западу от пос. Маук и западу от каслинских озёр. Все эти болота сфагновые, иногда осоково-сфагновые с берёзовой порослью. Здесь часто наблюдается торфообразование.

Основная часть болот располагается в Зауралье – в Еткульском, Кунашакском, Аргаяшском, Октябрьском, Красноармейском районах. Здесь они занимают значительные пространства на месте бывших озёр, в поймах рек. Это так называемые низинные болота.

Заболачивание территории особенно характерно для горно-лесной области. Болота образуются на месте сплошь вырубленных сосновых и еловых лесов. На таких лесосеках зелёные мхи постепенно замещаются сфагнумом, который способен аккумулировать атмосферные осадки. Этот процесс способствует заболачиванию местности. В лесостепной зоне заболачивание чаще всего происходит в результате непродуманной мелиорации [10].

1.7. Подземные воды

По современной схеме гидрогеологического районирования России территория Челябинской области включает следующие гидрогеологические структуры:

- Предуральский сложный бассейн пластовых безнапорных и напорных вод;
- Большеуральский сложный бассейн корово-блоковых (пластово-блоковых и пластовых) безнапорных и напорных вод;
- Западно - Сибирский сложный бассейн пластовых безнапорных и напорных вод.

Предуральский бассейн занимает незначительную площадь на западе области и представлен преимущественно осадочными породами нижней

перми. Подземные воды широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения отдельных населённых пунктов и предприятий.

Большеуральский бассейн подземных вод занимает большую часть территории Челябинской области. Здесь разведаны самые крупные в области месторождения подземных вод с запасами от 16,4 до 96,0 тыс. м.³/сут. (Сухарышское, Малокизильское, Янгельское, Большекизильское, Атлянское). Всего в пределах бассейна разведано 27 месторождений пресных и 3 минеральных вод, из которых в эксплуатации находится 12 месторождений пресных и 1 (Увильдинское) минеральных вод. Всего в пределах бассейна из недр извлекается более 1000 тыс. м.³/сут., подземных вод, в процессе эксплуатации около 3 тыс. водозаборных скважин.

Западно - Сибирский сложный бассейн пластовых вод занимает восточную часть области. В пределах бассейна разведано 12 месторождений пресных вод с запасами от 1,2 до 19,6 тыс. м.³/сут., 7 из которых находятся в эксплуатации с производительностью до 14 тыс. м.³/сут. (Сугоякское). В пределах бассейна разведано и эксплуатируется 2 месторождения минеральных вод (Подборное, Горняцкий участок). Общее количество извлекаемой из недр воды составляет около 200 тыс. м.³/сут., в эксплуатации находится около 2 тыс. скважин [1].

Ресурсы подземных вод восточной части области очень ограничены. На обширной территории Карталинского, Варненского, Чесменского и Брединского районов крупные месторождения подземных вод не обнаружены. Тут действуют лишь отдельные небольшие водозаборные скважины. Кроме пресных подземных вод, на территории области найдены и минеральные, особенности состава и свойств которых (температура, содержание радиоактивных элементов, особый солевой состав, его концентрация) позволяют использовать их в качестве лечебных. Лечебные минеральные воды разведаны по соседству с санаториями «Кисегач», «Увильды». Здесь их лечебные свойства обусловлены растворённым в воде радоном (радоновые воды). Лечебные подземные воды у дер. Хомутино

в Увельском районе имеют хлоридно-гидрокарбонатный состав с большим количеством ионов натрия (щелочные). Залегают они на глубине 40 м. Используются при лечении больных в санатории «Урал». Найдены минеральные воды и недалеко от здравницы «Карагайский бор». Суммарные разведанные запасы минеральных лечебных вод в области равны 1,79 тыс. куб. м./сутки.

Всего в области разведано 43 месторождения и 26 участков скопления подземных вод, в том числе 6 месторождений минеральных вод. Общие их запасы составляют 842 тыс. куб. м./сутки, на государственном учёте находится 43 месторождения с запасами 640,96 тыс. куб. м./сутки. В настоящее время из них эксплуатируется 19 месторождений, из которых отбирается 313 тыс. куб. м./сутки. Подготовлено к эксплуатации Сухарышское месторождение с запасами 45 млн. куб. м., которое будет снабжать хорошей питьевой водой жителей Челябинска и близлежащих городов.

1.8. Геологическое строение и полезные ископаемые

Совокупность признаков (состав и происхождение горных пород, их возраст, степень тектонической раздробленности) позволяет разделить Уральскую страну на ряд более или менее крупных зон (геологических структур). Все они сформировались в палеозойскую эру. С запада на восток выделяются:

1. Предуральский прогиб
2. Западно - Сибирская внешняя зона складчатости
3. Центрально-Уральское поднятие
4. Магнитогорский прогиб, Магнитогорский вулканический пояс
5. Восточно-Уральская зона прогибов и поднятий
6. Зауральское поднятие [10].

Природа щедро одарила Урал полезными ископаемыми. Только в Челябинской области открыто около 400 месторождений различных металлов и неметаллов («нерудное сырье»).

Челябинская область богата кварцевым сырьем. Из кварца получают химически стойкое кварцевое стекло, посуду. Кристаллы кварца обладают способностью пропускать ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, что используется в микроскопах и других оптических приборах. Пластинки, вырезанные из монокристалла кварца, являются хорошими резонаторами и широко применяются в радиотехнике.

Первое месторождение гранулированного (зернистого) кварца – Кыштымское на территории области открыл в 30-х годах 20-го Г. Н. Вертушков. В 1941 году В. Н. Морозовым близ Пласта было открыто Светлинское месторождение пьезокварца, а в 1946 году группой геологов – крупное Астафьевское месторождение кристаллического кварца в Нагайбакском районе. Кварц здесь образует протяженные, до 1 км., жилы мощностью от нескольких сантиметров до 10 метров и более. Разработка кварца ведется открытым способом. Добыча кварцитов – пород, содержащих 95 – 98% окиси кремнезёма, ведётся попутно с добычей железных руд на Бакальском месторождении, а также на юге области, близ Троицка, в Бобровском кварцитовом карьере. Челябинские кварциты отличаются хорошим качеством, применяются, в основном, в металлургическом производстве как флюсы. Запасы этого сырья значительны.

Всего в Челябинской области добывается 34 вида минерального сырья. Уровень добычи высокий. В пересчёте на одного жителя в области добывается 7 – 7,5 тонны полезных ископаемых, что в 2 – 3 раза выше, чем в среднем по России [1].

ГЛАВА 2. ЗНАЧЕНИЕ КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ

2.1. Общая характеристика неметаллических полезных ископаемых

К неметаллическим полезным ископаемым относится обширная группа минералов и горных пород, из которых не извлекают в качестве главного компонента большинство металлов, которые не представляют углеводороды и углеводородные виды энергетического сырья, гидроминеральные и газообразные ресурсы [7].

Важнейшей особенностью многих неметаллических полезных ископаемых является значительная изменчивость их физико-химических и технических свойств, учитываемых при геолого-экономической оценке месторождений. Эта изменчивость может проявляться не только на уровне различных месторождений, но и в пределах одного месторождения и даже одной горной выработки. В первую очередь это свойственно слюде, пьезокварцу, асбесту и др. [12].

С течением времени со все более возрастающим перечнем неметаллических полезных ископаемых неуклонно расширяется и область практического использования каждого из них. Общее распределение неметаллических полезных ископаемых по характеру использования в промышленности намечается следующим образом:

1. Химическое и агрономическое сырье: галолиты (соли), апатиты, фосфориты, сера самородная, мышьяковые руды, пирит, барит, флюорит, бораты, датолит, глауконит и др.

2. Metallurgical and thermal insulation raw materials (fluxes, refractories and thermal insulators): dolomites, limestones, talc stone, magnesite,

кварциты, плавиковый шпат, кианит, огнеупорные глины, графит, бокситы, хромиты, хризотил-асбест, вермикулит и др.

3. Техническое сырье (диэлектрики, абразивы и др.): мусковит, флогопит, алмаз, корунд, топаз, гранаты, тальк, барит и др.

4. Пьезооптическое сырье: пьезокварц, турмалин, оптический флюорит, исландский шпат, оптический кварц, барит.

5. Цветные драгоценные и поделочные камни: алмаз, изумруд, alexandrit, рубин, сапфир, топаз, аметист, агат, опал, обсидиан, яшма, родонит, лазурит, нефрит, жадеит, ангидрит и др.

6. Строительные материалы (строительные и облицовочные камни, наполнители, гидравлические добавки, минеральные краски и др.): гравий, песок, изверженные породы, мраморы, известняки, песчаники, пемза, мел, охры и др.; а также искусственные легкие наполнители бетонов: керамзит, шунгизит, вспученный перлит и другие, полученные путем термической обработки соответствующих горных пород и минералов.

7. Стекольно-керамическое сырье: стекольные пески, полевые шпаты, пегматиты, каолиниты, кварц, глины, фарфоровые камни и др.

8. Цементное сырье (вяжущие материалы): известняки, мергели, глины, трассы, туфы, пуццоланы, гипс, ангидрит, опоки и др.

9. Сырье для новых отраслей промышленности (получение искусственных волокна и слюды, минеральной ваты, каменного литья и др.): диабазы, базальты, бокситы, глины, кварцевые пески и др. [7].

Неметаллические полезные ископаемые играют значительную роль в экономике всех стран, определяемую широкомасштабным многоцелевым использованием в производстве промышленной и сельскохозяйственной продукции, при создании наукоемких технологий и получении конструкционных материалов, композитов, специальной керамики. Их отдельные виды относятся к стратегическому сырью [3].

По данным В.П.Петрова, Е.М.Аксенова и Н.Н.Ведерникова суммарный объем продукции, производимой на основе неметаллов, в

развитых странах превышает объем металлорудной в два раза и более, в слаборазвитых странах соотношение обратное [20].

Роль неметаллических полезных ископаемых в геологической науке и практике в настоящее время может быть оценена, в частности, по факту регулярного проведения самостоятельных международных конгрессов (The Industrial Minerals International Congresses), рассматривающих проблемы, связанные с условиями образования и размещения неметаллических полезных ископаемых, их типизацией, минерагеническими формациями и провинциями, задачами по дальнейшему изучению минерального сырья, его комплексным использованием, экономической оценкой ресурсов, проблемами замены дефицитных видов сырья нетрадиционными. Следует отметить также ставших уже традиционными регулярные региональные конференции по неметаллам, проводимые в Европе, Северной Америке, Южной Африке и Китае [7].

2.2. Понятие камнесамоцветного сырья

Специфическую группу неметаллических полезных ископаемых составляют месторождения, промышленная ценность которых заключается в достаточно крупных совершенных прозрачных или окрашенных кристаллах различных минералов. Разнообразные физические свойства этих кристаллов, определяемых их составом, геометрией кристаллической структуры, типом химической связи и различными дефектами, используются в различных областях техники [14].

Природные и синтетические кристаллы применяются в оптике, электронике, вычислительной технике, радиотехнике, лазерной технике, приборостроении, металлообработке и других областях индустрии, определяющих научно-технический прогресс. Это в первую очередь камнесамоцветное сырьё (т.е. камни, окрашенные в яркие цвета или

обладающие красивой световой игрой), наиболее ценные представители которого (ювелирное сырьё) в большинстве случаев являются весьма совершенными кристаллами алмаза, корунда (рубин, сапфир), берилла (изумруд, аквамарин, воробьевит), турмалина, кварца (аметист, морион), гранатов и других минералов. Иные, менее ценные представители камнесамоцветного сырья (ювелирно-поделочные и поделочные камни) могут быть представлены кристаллическими агрегатами (нефрит, жадеит, малахит, агат и др.) и даже горными породами (яшмы, листвениты, обсидианы и др.) [7].

2.3. Ресурсы и особенности мирового рынка камнесамоцветного сырья

Месторождения камнесамоцветного кристаллосырья, исключительно редки, а запасы кондиционных кристаллов в них, учитывая высочайшие требования к их качеству, измеряются всего лишь килограммами [7]. Наиболее разнообразные виды камнесамоцветного сырья имеются в России, Австралии, Бразилии, США, Танзании и ЮАР. Россия издавна славилась своими самоцветами. Однако к настоящему времени запасы многих месторождений истощены. Из числа известных самоцветов продолжают добываться топазы, изумруды, бериллы, демантоиды, александриты, родониты, саянский нефрит, байкальский лазурит. В последние 30–40 лет открыты новые месторождения цветных камней на Полярном и Приполярном Урале, Кольском полуострове, в Восточной Сибири и Приморье. Среди новых российских самоцветов, получивших известность в мире, выделяются ювелирный хромдиопсид, чароит, а также светло-зеленые, травянисто-зеленые и снежно-белые саянские и витимские нефриты, декоративный датолит-волластонит-геденбергитовый скарн Приморья, кольский амазонит, ювелирный жадеит и др.

Объемы ежегодной мировой добычи и реализации цветных камней не поддаются точному учету из-за отсутствия достоверной статистической

информации, существования нелегальной добычи, многократных перепродаж камней, значительной разницы в цене между камнем в сырье и обработанном виде. Стоимость добываемых драгоценных камней зависит от многих факторов. На мировом рынке (1997–2000) наиболее высоко ценились изумруд, рубин, александрит, гранат-демантоид и сапфир. Стоимость отдельных камней массой 1–10 каратов варьирует от 500–1 000 до 20 000–50 000 дол. США [11].

2.4. Синтез камнесамоцветного сырья

Редкая встречаемость самоцветов в природе и их большая стоимость вызывают стремление создать эквивалентные им искусственные заменители. Первые безуспешные попытки в этом направлении делали ещё алхимики средневековья. Однако подлинно научные открытия в области синтеза самоцветов были достигнуты на рубеже XIX и XX вв. Они связаны с именем французского учёного химика М. А. Вернейля, по методу которого (плавления в пламени) и в настоящее время производится большинство искусственных рубинов, сапфиров, шпинели, используемых в ювелирных и технических целях. Эти успехи были подготовлены многими исследователями. Первые серьёзные эксперименты по синтезу алмаза были проведены в России В. Н. Карамзиным в 1823 г., а затем в Англии Д. Хеннем в 1880 г., а по синтезу минералов группы корунда – И. Холлом, Г. Уаттом в Англии, М. Годеном во Франции (по методу выращивания с флюсом или из раствора в расплаве). Особых достижений в этой области добились в середине 20-го века, когда в СССР и в некоторых странах за рубежом была успешно решена проблема массового синтеза рубина, кварца, шпинели, изумруда, алмаза и других минералов, что позволило создать промышленность по выращиванию самоцветов как для ювелирных, так и для технических целей. В нашей стране особенно широко развито выращивание бесцветного кварца для оптико-

механической промышленности и различных его цветовых разновидностей (синего, коричневого, зелёного и фиолетового) – для ювелирной промышленности [22].

В основу разработок технологических процессов легли комплексные исследования минералообразующих систем, природы центров окраски, связанных с различными дефектами кристаллической решётки, закономерностей роста кристаллов в высокотемпературных растворах, а также особенностей генезиса и онтогении минералов. Для решения этих вопросов, наряду со специальными экспериментальными работами по росту кристаллов, применялись различные современные физические методы исследования реальной структуры кристаллов (изучение газожидких включений), электронный парамагнитный резонанс, оптическая спектроскопия, электронная микроскопия, рентгеновская топография, активационный анализ и другие. Кристаллы кварца выращивают из гидротермальных растворов методом температурного перепада в жаропрочных сосудах высокого давления (автоклавах) различного объёма в определённом интервале температур и давлений [20].

2.5. Основные методы выращивания синтетических камней

В мире ежегодно выпускается около 200 т. синтетического корунда и шпинели. В настоящее время существует ряд методов изготовления синтетических камней.

2.5.1. Метод М.А. Вернейля

Синтез драгоценных ювелирных и технических камней по методу М.А. Вернейля считается классическим и является первым промышленным методом выращивания кристаллов корунда, шпинели и других синтетических кристаллов. Метод Вернейля заключается в следующем: к

горелке с направленным вниз соплом через внешнюю трубу подводится водород, а через внутреннюю – кислород. В ток кислорода подается измельченный порошок окиси алюминия зернистостью около 20 мкм., полученный прокаливанием алюмоаммиачных квасцов, который при этом нагревается до определенной температуры и затем попадает в водородно-кислородное пламя гремучего газа, где он расплавляется. Внизу под соплом располагается стержень из спеченного корунда, выполняющего роль кристаллоносителя. На него стекает расплавленная окись алюминия, образуя шарик расплава. Стержень кристаллоносителя постепенно опускается со скоростью 5 – 10 мм/ч., при этом обеспечивается постоянное нахождение расплавленной растущей части корунда в пламени. На рисунке 1 показана принципиальная схема установки для выращивания кристаллов этим методом [22].

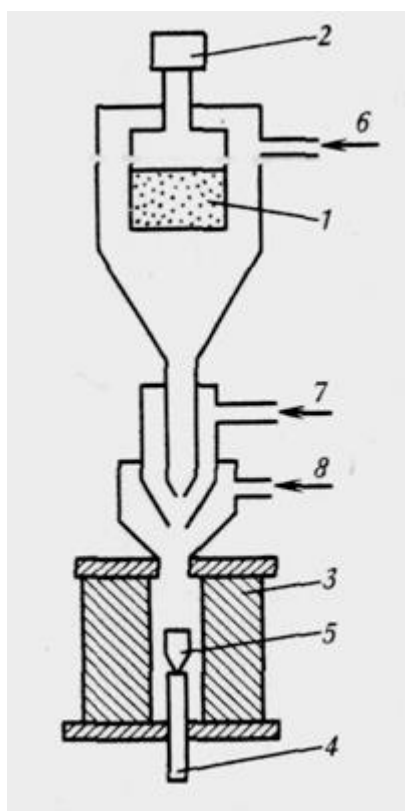


Рис. 1 Схема аппарата Вернейля:

1 – шихта; 2 – дозатор; 3 – кристаллизационная камера;
4 – кристаллодержатель; 5 – кристалл; 6,8 – подача кислорода; 7 – подача
водорода [2].

Диаметр образовавшихся кристаллов ("булек") обычно достигает 20 мм., длина 50 – 80 мм., иногда их размер гораздо больше. Бульки представляют собой поликристаллы. Для получения монолитного монокристалла бульку оплавляют путем подачи кислорода. При этом на оплавленной поверхности бульки часть кристаллов остается неразрушенной, и они при последующем охлаждении бульки начинают расти за счет оплавленных разрушенных кристаллов [2].

Для получения рубина к порошку окиси алюминия добавляют окись хрома, для синтеза сапфира – окись железа и титана, для синтеза александритоподобного корунда – соли ванадия. Этим же методом выращивают синтетический рутил и титанат стронция [22].

Преимущества данного метода: отсутствие необходимости точного контроля температуры; возможность контроля за ростом монокристалла.

Недостатки: из-за высокой температуры роста кристаллы имеют внутренние напряжения; количественный состав веществ может нарушаться вследствие восстановления компонентов водородом и испарения летучих веществ [30].

Метод М. А. Вернейля используется в таких зарубежных странах, как: Франция, США, Германия, Швейцария, Япония [31]. В нашей стране данный метод не используется.

2.5.2. Метод Яна Чохральского

Второй распространенный способ выращивания синтетических кристаллов драгоценных камней - метод Яна Чохральского. Он заключается в следующем: расплав вещества, из которого предполагается кристаллизовать камни, помещают в огнеупорный тигель из тугоплавкого металла (платины, родия, иридия, молибдена или вольфрама) и нагревают в высокочастотном индукторе (рис.2).

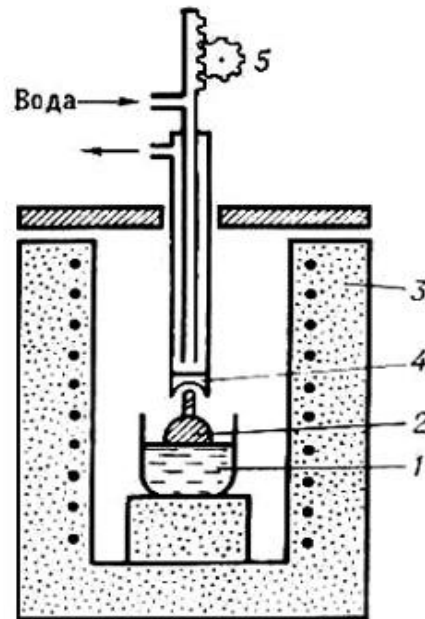


Рис. 2 Схема аппарата Яна Чохральского:

1 – тигель с расплавом; 2 – кристалл; 3 – печь; 4 – холодильник; 5 – механизм вытягивания [22].

В расплав на вытяжном валу опускают затравку из материала будущего кристалла, и на ней наращивается синтетический материал до нужной толщины. Вал с затравкой постепенно вытягивают вверх со скоростью 1 – 50 мм/ч. с одновременным выращиванием при частоте вращения 30 – 150 об/мин. Вращают вал, чтобы выровнять температуру расплава и обеспечить равномерное распределение примесей. Диаметр кристаллов до 50 мм., длина до 1 м. Методом Яна Чохральского выращивают синтетический корунд, шпинель, гранаты и другие искусственные камни [22].

Преимущества данного метода: возможность извлечения кристалла из расплава на любом этапе выращивания, что очень важно при определении условий выращивания монокристаллов

Недостатки: сравнительно большой объем расплава способствует возникновению сложных гидродинамических потоков, которые, в свою очередь, снижают условия стабильности процесса кристаллизации и приводят к неоднородному распределению примесей в монокристаллах;

нельзя получать изделия заданной формы: образцы монокристаллов имеют вид неправильных цилиндров [30].

Метод Яна Чохральского по выращиванию синтетических кристаллов драгоценных камней используется в таких странах, как: США, Швейцария, Япония [31]. В нашей стране данный метод не используется.

2.5.3. Гидротермальный способ выращивания кристаллов драгоценных камней

Гидротермальным методом удалось вырастить первые синтетические кварцы еще в 1851 году [2]. Выращивание кристаллов происходит следующим образом. На дно автоклава, нагреваемого снизу и охлаждаемого сверху, помещается растворимое природное вещество, которое называют шихтой. В качестве такового могут служить гранулы природного берилла - минерала, достаточно распространенного в природе, в отличие, допустим, от аквамарина, а потому относительно дешевого. Затем засыпается специальная солевая часть раствора - минерализаторы. В верхней части автоклава устанавливаются затравочные пластины, или затравки, выпиленные по определенному направлению из кристалла выращиваемого вещества. Именно на затравках и будут вырастать кристаллы. В середине размещается так называемая диафрагма - это стальная пластина с дырочками, служащая для того, чтобы локализовать (разделить) зоны с низкой и высокой температурой [24].

Гидротермальный раствор циркулирует между гранулами шихты, насыщаясь веществом выращиваемого кристалла, одновременно происходит его нагревание. Горячий и потому более легкий раствор поднимается в верхнюю часть автоклава, где остывает. Холодный высокоплотный обедненный раствор опускается вниз (рис.3). Цикл повторяется до полного переноса вещества шихты на затравки [22].

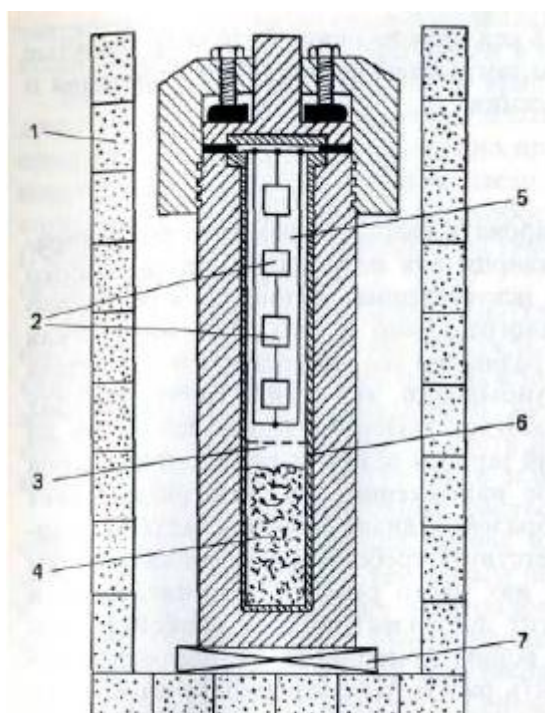


Рис. 3 Схема выращивания монокристаллов гидротермальным методом:

1 – термоизоляция; 2 – затравочные пластинки; 3- перегородка с отверстиями; 4 – исходный материал (шихта); 5 – обогащённый кремнезёмом водный раствор; 6 – серебряная футеровка; 7 – электрический нагреватель [3].

В настоящее время этим методом выращивают кристаллы берилла (изумруд, аквамарин), корунда (рубин, сапфир), александрита и кварца. Они применяются в ювелирной промышленности, в радиоэлектронике, оптике, химической промышленности [24].

Преимущества гидротермального метода заключаются в способности создавать прозрачные фазы, выращивать большие кристаллы хорошего качества, обеспечивать хороший контроль над их составом. Недостатком является потребность в дорогих автоклавах и невозможность наблюдения за ростом кристалла [22].

Гидротермальный метод выращивания кристаллов драгоценных камней используется в таких странах, как: Австрия, Австралия, Россия [32].

ГЛАВА 3. ИСТОРИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ СИНТЕЗА КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Дефицит пьезооптического кварца вынудил ряд промышленно развитых стран наладить производство его синтетических аналогов. Свыше 90% добычи кристаллов пьезооптического кварца в мире приходится на долю Бразилии: ее экспорт кристаллокварцевого сырья в последние десятилетия составляет около 7-4 т/год. Менее дефицитный жильный кварц (в том числе гранулированный) добывается во многих странах [7].

Номенклатура кристаллических веществ, выпускаемых мировой промышленностью, огромна. По отношению к природным кристаллам все выращиваемые кристаллы можно разделить на две группы:

- полные аналоги природных кристаллов (кварц, алмаз, рубин, изумруд, турмалин, слюды и т.д.);
- структурные аналоги природных, но имеющие иной химический состав (например, редкоземельно-алюминиевые и галлий-гадолиниевые гранаты).

Двух абсолютно одинаковых природных кристаллов не существует. Созданные за миллионы лет природой кристаллические вещества настолько разнообразны по своим свойствам за счет комбинаций примесей и дефектов структуры, что повторить их в эксперименте просто невозможно. Полные аналоги природных кристаллов (кварц, алмаз, корунд, флюорит, кальцит и др.) наиболее широко, успешно и долгое время применяются и будут применяться в технике, в то время как чисто искусственные соединения, несмотря на некоторые более высокие потребительские свойства, имеют все же достаточно локальную нишу [4].

3.1. Характеристика экспериментальной площадки

Челябинская область является одной из ведущих в Российской Федерации по уровню промышленного развития, что в существенной мере определяется ее мощной минерально-сырьевой базой. На территории Челябинской области известно более 650 месторождений разнообразных полезных ископаемых, из которых 213 месторождений твердых полезных ископаемых. В области действует около 200 горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, отрабатывающих многочисленные месторождения бурого угля, черных и цветных металлов, золота, нерудного сырья и стройматериалов. Продукция горнодобывающих и перерабатывающих предприятий Челябинской области направляется во многие регионы России и СНГ, а по производству огнеупоров, графита, гранулированного кварца, цинка, формовочных песков, флюсов, феррохрома, каолинов, полевошпатового сырья область занимает одно из ведущих мест на Урале и в России [33].

3.2. Исторические этапы становления и развития синтеза минерального сырья в Челябинской области

Дата рождения завода по производству синтетических кристаллов кварца для электронной промышленности в г. Южноуральске Челябинской области является 29 октября 1962 года. История строительства завода «Кристалл» неразрывно связана с развитием отечественной электронной промышленности. Завод один из первых в мире начал выращивать кристаллы искусственного кварца, работать с ними, обеспечивать радиоэлектронную промышленность России и зарубежных потребителей высококачественным пьезокварцем [5].

В нашей стране работы по получению кристаллов кварца в лабораторных условиях впервые начали проводиться в 1939 году в

Институте кристаллографии Академии наук СССР (ИКАН). Был проведен первоначальный ряд опытов по выяснению условий растворимости кварца, но работы были прерваны войной. В 1945 году в ИКАНе возобновились работы по выращиванию кварца. В 1951 году были получены первые кристаллы искусственного кварца весом до 150 гр., выращенные в автоклавах емкостью 1 литр за 60-80 суток, из которых были изготовлены и испытаны кварцевые резонаторы, которые по своему качеству не уступили резонаторам из природного кварца.

В 1953 году Правительство приняло решение о строительстве опытного завода по производству кристаллов кварца. Строительство началось в 1954 году в городе Александрове Владимирской области. Монтаж велся одновременно со строительством, и в сентябре месяце были получены первые съемы кристаллов до 50 кг с каждой печи. В ноябре 1958 года по итогам работы опытного завода была написана первая промышленная технология производства искусственных кристаллов пьезокварца.

В этом же 1958 году Постановлением Правительства было принято решение о строительстве на Урале серийного завода КН-2 (кристаллонаращивающего второго) по выпуску пьезокварца на отечественных автоклавах высокого давления. Строительство завода в городе Южноуральске, Челябинской области началось с 1961 года. Параллельно со строительством был организован и интенсивно велся монтаж вспомогательного, а затем и основного технологического оборудования. В октябре 1962 года в технологический режим был включен первый автоклав, а 1963 году получена первая продукция.

В 1994 году Постановлением главы администрации города Южноуральска № 304 от 07.04.94 г. «Южноуральский завод «Кристалл» преобразован в акционерное общество открытого типа «АООТ Южноуральский завод «Кристалл» - свидетельство о государственной регистрации сер. ЮАОО № 011.

В 1996 году акционерное общество открытого типа «АООТ Южноуральский завод «Кристалл» переименовано в открытое акционерное общество «ОАО Южноуральский завод «Кристалл». Постановление главы администрации города Южноуральска № 638/1 от 06.06.96 г.

Сегодня ОАО завод «Кристалл» - крупнейший производитель кварца в России и в мире. На его долю приходится около 25 процентов от мирового объема производства искусственных кристаллов кварца. Материальная база завода - это 125 автоклавов - от 1,0м³ до 7,4м³ - в которых при давлениях до 1 200 атмосфер и температурах до 400 градусов Цельсия рождаются чистые хрустальные капли (рис.4).



Рис. 4 Автоклавы для выращивания кварца гидротермальным методом на заводе «Кристалл» (фото автора, 2013г.)

Более 80 станков многолезвийной резки, полная обеспеченность затравочными пластинами собственного производства, оснащенные испытательные лаборатории для выполнения анализа материалов и испытаний конечного продукта [5].

Сегодня ОАО завод «Кристалл» - крупнейший производитель кварца в России и в мире. На его долю приходится около 25 процентов от

мирового объема производства искусственных кристаллов кварца. Продукция ОАО «Кристалл» используется в оптических приборах, в генераторах ультразвука, в телефонной и радиоаппаратуре, в электронных приборах и ценится ювелирами (рис. 5).



Рис. 5 ОАО завод «Кристалл» (фото автора, 2013г.)

В связи с тем, что все основные виды продукции поставляются на экспорт необходимо расширение и модернизация производства, предприятие нуждается в инвестициях, в том числе иностранных [5].

На протяжении двух десятилетий завод стабильно поставляет в Японию, Китай, Южную Корею, страны Европы и США более 90% выпускаемой продукции (рис. 6).

Сегодня завод «Кристалл» - это слаженный коллектив, в котором трудятся и совершенствуют высокотехнологичное производство 340 человек, третья часть которых - инженерные кадры, достойно представляющие свою страну на мировом рынке [5].

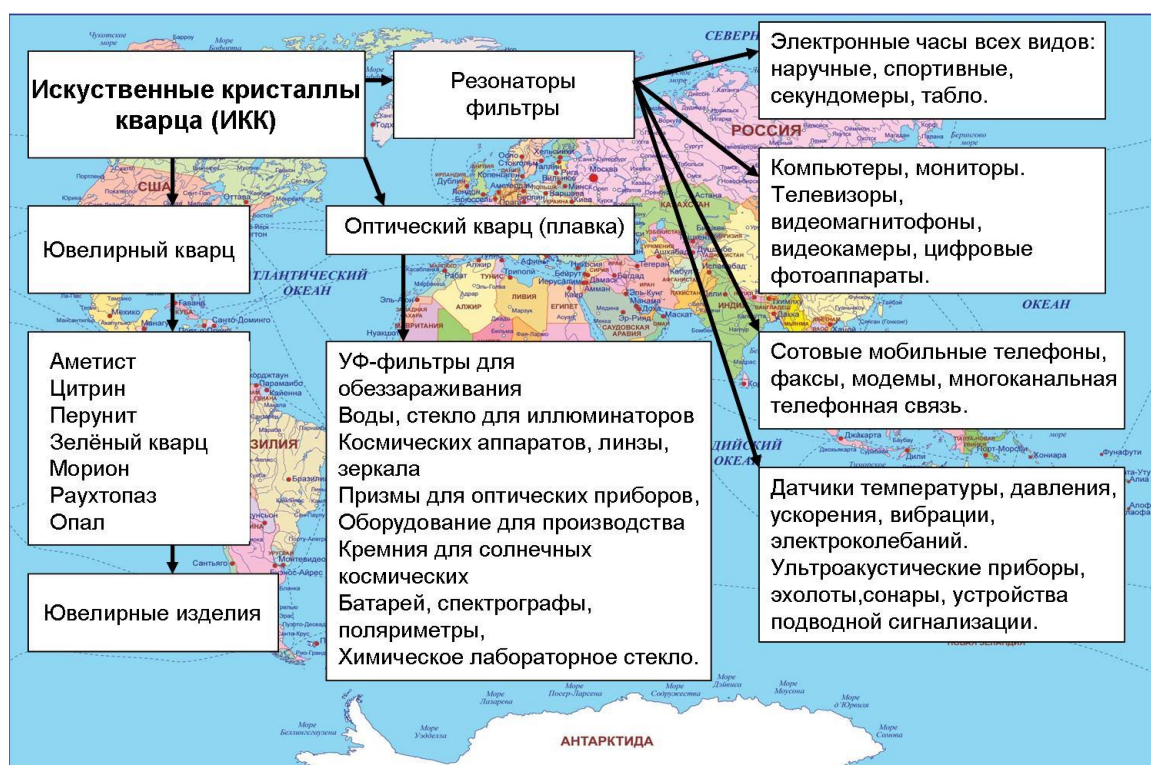


Рис. 6 Основные направления применения искусственных кристаллов кварца (составлено автором, 2016 г.)

3.3. Характеристика сырьевой базы для выращивания полных аналогов природных кристаллов в г. Южноуральске

Основным сырьем для выращивания пьезокварца является кварц жильный кусковой. Постоянные поставщики сырья и материалов для предприятия – это ЗАО «Кожимское РДП» г. Инта, ОАО «Михайловский завод химреактивов» пос. Малиновое озеро Алтайского края, ЗАО «Завод редких металлов» г. Новосибирск, ООО «Микрон» г. Волжский и ООО «Челябхимпродукт» г. Челябинск [5].

Предприятие имеет и поддерживает запас на основные виды сырья и материалов в объеме от 3 до 12 месячной потребности (кварц жильный кусковой, натрий углекислый безводный ЧДА, литий азотнокислый ЧДА, натрий гидроокись ЧДА). Критериями для оценки поставщиков являются

качество поставляемой продукции, организация поставок, экономическая стабильность [5].

3.3.1. Характеристика природного кварца

Один из самых распространенных и хорошо изученных минералов земной коры - кварц - имеет теоретический состав Si - 46,7%, O - 53,3%. Однако даже в наиболее близком к этому составу прозрачном бесцветном кварце содержатся примеси калия, натрия, железа, алюминия, кальция, магния, титана и других элементов. Кварц обладает большой плотностью (2,65-2,66 г/см³) и упругостью, высокой твердостью (7 по шкале Мооса) и прочностью; он является хорошим диэлектриком, незначительно расширяется при нагревании, химически устойчив, частично растворяясь лишь в плавиковой кислоте (рис. 7) [18].



Рис. 7 Природный кристалл, ставший символом завода (фото автора, 2013г.)

При выветривании он не переходит в другие минералы, а накапливается в россыпях в виде песка. В связи с широкой распространённостью и доступностью, человечество узнало кварц и стало использовать его ещё в глубокой древности. Он используется для приготовления строительных материалов, в производстве стекла, как поделочный камень. Использование кварца в высоких технологиях началось с 1880 года, когда братья Пьер и Жак Кюри открыли пьезоэлектрический эффект у горного хрусталя - свойства кристаллов при сжатии их создавать на ребрах граней электрические заряды. Было отмечено также, что если к ребрам граней подвести импульсы электрического тока, то кристаллы начинают несколько деформироваться, а при подводе переменного тока – вибрировать. Причем оказалось, что частотой вибрации можно управлять, если вырезать из кристаллов определенной формы пластинки [6]. В радиотехнике пьезокварц применяется для производства кварцевых резонаторов и фильтров. В ультразвуковой технике пьезокварц применяется для изготовления приборов: подводной сигнализации – эхолотов; измерения давления пороховых газов; обнаружения пороков в металлах. Как следствие открытия пьезоэффекта и востребованности пьезокварца в промышленности – высокосортные кристаллы кварца на рынках мира стали цениться намного дороже золота. Крупные запасы добротного горного хрусталя нашлись в Бразилии и на Мадагаскаре. С началом первой мировой войны поиски пьезосырья стали вестись и в России, в частности, на Урале, но значительных запасов его тогда не выявили. Известные уральские геологи Бурлаков Е.В. и Бутин В.В. рассказывают, что требования, которые ранее предъявлялись к природному пьезокварцевому сырью, можно свести к следующим: это должен быть монокристалл, абсолютно прозрачный, без видимых включений, без двойников, без трещин, размером чистой части не менее 2,5см x 1см x 1см. Характерным признаком является своеобразный излом – он либо идеально гладкий, либо

в виде «крышки от часов» Раньше на месторождениях подходящие моноблоки выбирали ударом кувалды по образцу. Пьезокварц настолько прочен, что кувалда ему вреда не причиняла. Такие образования встречаются в природе в очень малых количествах, общемировые запасы составляют порядка тысяч тонн. Сейчас природные моноблоки пьезокварца используют как затравки для выращивания искусственных кристаллов. Подложка из природного пьезокварца должна быть максимально чистой, без включений, внутренних напряжений, чтобы и кристалл на ней вырос качественный. На заводах такие подложки берегут и в производственном процессе в качестве затравки используют только третье поколение, выращенное на природном кристалле, первые два хранят как «генофонд». Сырьём для выращивания искусственных кристаллов пьезокварца в настоящее время служат гранулированный кварц и жильный кварц. Было установлено, что гранулированный кварц образуется из монокристалла. В природе под давлением около 2000 кбар и температуре около 700° С монокристалл раскристаллизовывается во множество мелких кристалликов, при этом все примеси и включения из кварца выталкиваются. Образуется особо чистый кварц, пригодный для выращивания искусственных кристаллов пьезокварца. В НИИ Минералогии УрО АН России основной критерий отбора кварцевого сырья для выращивания искусственных кристаллов - прозрачность; 82,5-83,5% - такой должна быть светопропускная способность кварца. Тогда он называется особо чистым и годен для изготовления пьезокварца. Прозрачные участки измельчают в крошку, до кусочков около полумиллиметра в поперечнике, затем проводят фотофлотацию (убирают кусочки с низкой прозрачностью с различными включениями), остатки промывают в кислотах, чтобы убрать плёнки и корочки слюд, амфиболов, т. е. остатки других минералов и закладывают в автоклав. Растут кристаллы со скоростью в среднем 1 кг за месяц и процесс их выращивания очень энергоёмкий. Колебания температуры и давления

недопустимы, для поддержания постоянства этих параметров необходимы мощные электрические подстанции. Для выращивания искусственного кварца не подходит обычный кварцевый песок, которого везде много. Дело в том, что даже в кварцевой пудре размером 0,1мм содержатся невидимые глазом включения, твёрдые и газово-жидкие. Они нарушают однородность структуры кристаллической решётки и обуславливают присутствие оксидов железа и алюминия, содержание которых, даже если оно составляет десятитысячные доли процента, сильно влияет на качество кварца.

Практическое использование жильного кварца связано с возможностью изготовления из него специальных стекол, характеризующихся прозрачностью, химической и термической стойкостью и применяемых в светотехнической, оптико-механической и других отраслях промышленности. Особо чистое стекло идет на изготовление высокотемпературных реакторов, оптических телескопов, тиглей для выращивания полупроводниковых монокристаллов, оно используется в радарных установках, быстродействующих ЭВМ и др. [6]. Для получения этих стекол методами плавки и варки пригоден как молочно-белый, так и прозрачный жильный (в том числе гранулированный) кварц, представленный агрегатом прозрачных и полупрозрачных зерен миллиметровых размеров. Такое сырьё подвергают обогащению, удаляя как включения других минералов, так и частично газово-жидкие включения; предъявляемые к нему требования заключаются в высокой прозрачности, определенном гранулометрическом составе и практически полном отсутствии примесей [14]. Прозрачные крупные кристаллы кварца (либо их обломки и галька) встречаются редко. Те, из которых могут быть получены бездефектные монокристалльные области определенных размеров для изготовления оптических и пьезотехнических элементов, называют пьезооптическим кварцем. Причем, если для

оптических целей пригодны лишь прозрачные кристаллы (горный хрусталь), то для пьезотехнических - возможно также использование окрашенных разновидностей, обычно применяемых в ювелирном деле: черных (морион), фиолетовых (аметист), дымчатых (раухтопаз), желтоватых (цитрин) и др. [4]. Прозрачный кварц хорошо пропускает ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Основными потребителями такого кварца являются радиотехническая и оптико-механическая отрасли. Не отвечающие техническим требованиям отходы, полученные при его обогащении, используются в областях применения жильного кварца [4].

3.3.2. Характеристика важнейших геолого-промышленных типов месторождений кварца

Природными источниками получения жильного кварца и кристаллокварцевого сырья являются пегматиты и гидротермальные кварцевые жилы. Кроме того, значительная часть кристаллокварцевого сырья извлекается из россыпей.

С учетом условий образования выделяют следующие важнейшие геолого-промышленные типы месторождений:

1. Пегматитовые тела с обособлениями жильного кварца и хрусталеносными камерами в гнейсах, гранитогнейсах и кристаллических сланцах или в апикальных частях гранитных интрузивов.

В составе пегматитовых месторождений выделяют два подтипа: слюдоносные пегматиты с кварцевыми обособлениями (блоками, ядрами) и хрусталеносные внутригранитные камерные пегматиты. Сближенные тела слюдоносных пегматитов жильной, линзовидной или неправильной формы длиной 10-100, редко 300 м, мощностью 5-10, редко 20 м объединяются в крупные поля среди докембрийских гнейсов, гранитогнейсов, мигматитов и кристаллических сланцев амфиболитовой

фации метаморфизма, слагающих древние щиты и антиклинорные зоны складчатых областей. Они содержат обособления (ядра) объемом до 100 м^3 и более, сложенные жильным молочно-белым и гранулированным кварцем, прозрачным и полупрозрачным, пригодным для изготовления многокомпонентных оптических стекол. Представителями этого подтипа являются месторождения Карелии и Кольского полуострова, Мамско-Чуйского района, Среднего Урала и другие в России, месторождения Мугоджар в Казахстане, пегматитовые месторождения Индии, Бразилии, США и других стран.

Среди внутригранитных камерных пегматитов различают берилл-топаз-хрусталеносные пегматиты древних щитов и хрусталеносные, иногда флюорит-хрусталеносные пегматиты складчатых областей. Они представляют собой изометричные, трубо- и штокообразные тела размером от 2 до 100 м в поперечнике, объединяющиеся в поля с групповым (кустовым) распределением в составе последних. Эти пегматиты имеют зональное строение: кварцевое ядро в окружении блоковой микроклиновой, пегматоидной полевошпат-кварцевой и графической зон. Обычно под кварцевым ядром располагаются полости объемом от 1 до 40 м³ (редко более), содержащие морион, горный хрусталь и зональные кристаллы с обоими из них, являющиеся пьезооптическим сырьем. Некондиционные кристаллы, а также частично кварц ядра пригодны для плавки технического стекла. Такие пегматиты широко развиты на Украине и в Центральном Казахстане, а также в Бразилии, Канаде, КНР, Монголии, США, Афганистане, Бирме, Шри-Ланке и др. странах.

2. Гидротермальные хрусталеносные кварцевые жилы и минерализованные трещины в кварцитах, песчаниках, метавулканитах, мраморах и др. породах.

Гидротермальные хрусталеносные кварцевые жилы и тела, минерализованные трещины обычно объединяются в крупные штокверки и штокверковые зоны протяженностью от 100 до 1000 м, шириной до 100 м и глубиной распространения жил до 400 м, преимущественно связанные с высококремнистыми породами: песчаниками, кварцитами, гнейсами и др. Они сложены преимущественно молочно-белым кварцем, в котором выделяются участки прозрачного и полупрозрачного кварца с полостями, содержащими кристаллы горного хрусталя. Доля прозрачного и полупрозрачного кварца в жилах обычно не превышает 1/3 их объема, а размеры его участков не превышают 10-15 м в поперечнике. Гнезда и занорыши (полости) горного хрусталя располагаются как внутри жил, так и на их выклиниваниях; их объем колеблется от 0,5 до 50 м³, редко более. Полости обычно заполнены каолином, серицитом, кальцитом, обломками жильного кварца и другими минералами. Гидротермальные изменения боковых пород наиболее интенсивны близ хрусталеносных полостей и проявлены в виде хлоритизации, серицитизации, реже карбонатизации, альбитизации и эпидотизации. Крупные кристаллы горного хрусталя в этих полостях достигают сотен граммов и даже десятков килограммов, являясь ценнейшим пьезооптическим сырьем. Некондиционные кристаллы, а также полупрозрачный и прозрачный кварц - сырье для оптического стекловарения. Классическими месторождениями этого типа являются бразильские; такие месторождения имеются также в Монголии, Китае, Казахстане, на Памире и других странах. В России главными районами их развития являются Алдан, Приполярный и Южный Урал.

3. Гидротермально-метаморфические жилы гранулированного кварца в гнейсах, амфиболитах, кристаллических сланцах, кварцитах мигматито-гнейсовых комплексов.

Гидротермально-метаморфические жилы гранулированного кварца имеют простую линзовидную или более сложные формы; их длина по

простираению колеблется от первых десятков до первых сотен метров, по падению - до 40 м, мощность колеблется от 1 до 5 м (иногда до 15 м). Чаще они вытянуты в линейные зоны или образуют штокверки среди гнейсов, амфиболитов, кристаллических сланцев и кварцитов мигматитогнейсовых куполов складчатых систем, реже встречаются единичные жилы. Гранулированный кварц характеризуется повышенной химической чистотой и высоким светопропусканием. Его образование происходило за счет метаморфической грануляции первичного жильного кварца, сопровождавшейся очисткой последнего от минеральных и газовой-жидких включений. Это сравнительно новый, по существу еще осваиваемый вид кварцевого сырья для производства прозрачного кварцевого стекла путем плавки. Примерами месторождений этого типа являются Кыштымские, Ларинское, Вязовское, Маукское, Кузнечихинское на Урале, а также ряд объектов Казахстана и других стран.

4. Хрусталеносные элювиально-делювиальные и аллювиальные россыпи среди песчано-глинистых отложений, залегающие на коре выветривания каолинового типа и связанные с хрусталеносными телами пегматитов, гидротермальными жилами и минерализованными трещинами.

Хрусталеносные россыпные месторождения обычно тесно пространственно связаны со своими коренными источниками: хрусталеносными телами пегматитов и гидротермальными жилами. Генетически это элювиально-делювиальные и аллювиальные образования эллипсоидной, округлой, неправильной изометричной, дельтовидной и вытянутой лентовидной формы в плане. Их размер в поперечнике может достигать 1,5 км и более при небольшой мощности (0,5-1,5 м). Обломки кристаллов горного хрусталя слабо окатанные, как правило, обладают высоким качеством (при формировании россыпи происходит естественное обогащение, обусловленное более высокой устойчивостью к агентам химического и физического выветривания кристаллов, лишенных трещин,

свилей, двойников, твердых и газовой-жидких включений). Промышленные хрусталеносные россыпи широко развиты на восточном склоне Южного Урала; примером зарубежных месторождений этого типа являются россыпи, сопутствующие хрусталеносным гидротермальным жилам Бразилии, и многочисленные элювиально-делювиальные топаз-морионовые россыпи, связанные с камерными гранитными пегматитами Украины [7].

3.3.3. Характеристика месторождений кварцевого сырья для производства полных аналогов природных кристаллов

Основным сырьем для выращивания пьезокварца на заводе «Кристалл» является кварц жильный кусковой. Долгие годы, для получения качественного кварца, завод использовал месторождение Желанное, которое располагалось в Республике Коми (западный склон приполярного Урала). В результате месторождение выработалось (рис. 8) [9]. В настоящее время на Южном Урале основным источником кварцевого сырья для получения высокочистых кварцевых концентратов являются Кузнечихинское и Кыштымское месторождения жильного гранулированного кварца.

3.3.3.1. Кыштымские месторождения гранулированного кварца

Кыштымская группа месторождений гранулированного кварца открыта Г. Вертушковым (СГИ) в 1956 г. [28]. Месторождения находятся на Урале в северной части Челябинской области. По представлениям Н.А.Петрова, Е.П.Мельникова, В.И.Якшина и других исследователей этих месторождений гранулированный кварц представляет собой продукт переработки исходного прозрачного кварца массивной структуры в условиях амфиболитовой фации регионального метаморфизма [29].

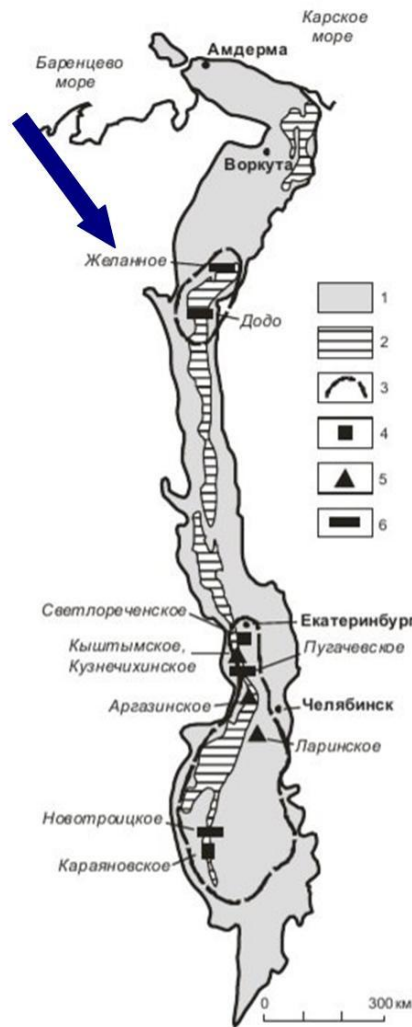


Рис. 8 Схема размещения Приполярноуральской и Южноуральской кварцевожильных провинций и положение основных месторождений кварца 1 – палеозойские отложения; 2 – Центральноуральское поднятие, сложенное докембрийскими образованиями; 3 – границы кварцевожильных провинций; 4 – месторождения молочно-белого кварца; 5 – месторождения гранулированного кварца; 6 – месторождения крупнозернистого прозрачного кварца [8].

В процессе грануляции происходила очистка кристаллической решетки кварца от механических и структурных примесей [12].

Группа представлена тремя полями (месторождениями) кварцевых жил среди кристаллических сланцев восточного обрамления гнейсового

ядра Уфалейского гнейсово-мигматитового комплекса. Эти жильные поля образуют узкую зону меридионального простираения [16].

В общей сложности на месторождениях выявлено почти 3 тыс кварцевых жил. Три жильных поля (месторождения) объединяют подавляющее большинство из них. В промежутках между этими полями отмечаются лишь единичные жилы. Каждое месторождение представляет совокупность узких (шириной 5-20 м) линейно вытянутых (до 200 м и более) зон, объединяющих 3-5 жил. Последние продолжают, либо кулисообразно перекрывают друг друга. Размеры индивидуальных жил варьируют от первых до 200 м по простираению и от десятых долей до 5-10 м по мощности. Наиболее распространены жилы длиной 20-30 м и средней мощностью 1-2 м. [17].

В жилах Кыштымских месторождений содержание кварца приближается к 99%. Остальная часть приходится на второстепенные минералы: гидроксиды железа, полевые шпаты и слюды. Выделяют массивный гигантозернистый кварц (молочно-белый и стекловидно-прозрачный) и гранулированный кварц (равномерно- и неравномернозернистый). Считается, что первый образовался в результате роста кристаллических индивидов, второй - за счет метаморфического преобразования (грануляции) последних. Грануляция – замещение в процессе метаморфизма крупных зёрен м-лов п. агрегатом более мелких зёрен того же или близкого состава. В процессе грануляции исчезает первичная структура [15].

Промышленную ценность месторождений представляют жилы гранулированного кварца, характеризующегося высокой химической чистотой и компактностью своей гранобластической структуры и потому пригодного для производства оптического кварцевого стекла. Зернистый гранулированный жильный кварц представляет собой агрегат прозрачных кварцевых зерен (гранул), находящихся в тесной упаковке. В жилах,

сложенных этим кварцем, почти всегда наблюдаются реликты первичного массивного кварца. Гранулы характеризуются высокой однородностью как по размерам, так и по морфологии; границы между ними представляют собой сложные контактные поверхности [8].

В отличие от массивного гигантозернистого гранулированный кварц характеризуется высоким светопропусканием, минимальным содержанием летучих (в основном воды и углекислоты) и соответственно газовой-жидких включений; сумма примесей в нем колеблется от 3-10⁻³ до 6-10⁻⁴%, причем около половины приходится на алюминий [13].

3.3.3.2. Анализ кварцево-сырьевого потенциала Кыштымского района

В настоящее время Кыштымский район относится к наиболее крупным кварценосным районам России. Качество кварцевого сырья отдельных кварцевых тел района соответствует технологическим требованиям производства высококачественного прозрачного кварцевого стекла, используемого в дальнейшем, в микроэлектронике, авиации и космонавтике, для производства оптического волокна [23].

Для получения прозрачного кварцевого стекла наиболее перспективным в Кыштымском районе является кварцевое сырьё из жил гранулированного кварца. Основными кварцевыми месторождениями являются: Кыштымское, Кузнечихинское, Пугачёвское, Вязовское, Иткульское, Аргазинское. Кварц этих месторождений представлен полно гранулированными, либо неполно гранулированными разностями [21].

Для анализа потенциала запасов Кыштымского района по гранулированному кварцу была построена гистограмма распределения запасов гранулированного кварца по крупным месторождениям района (рис. 9).

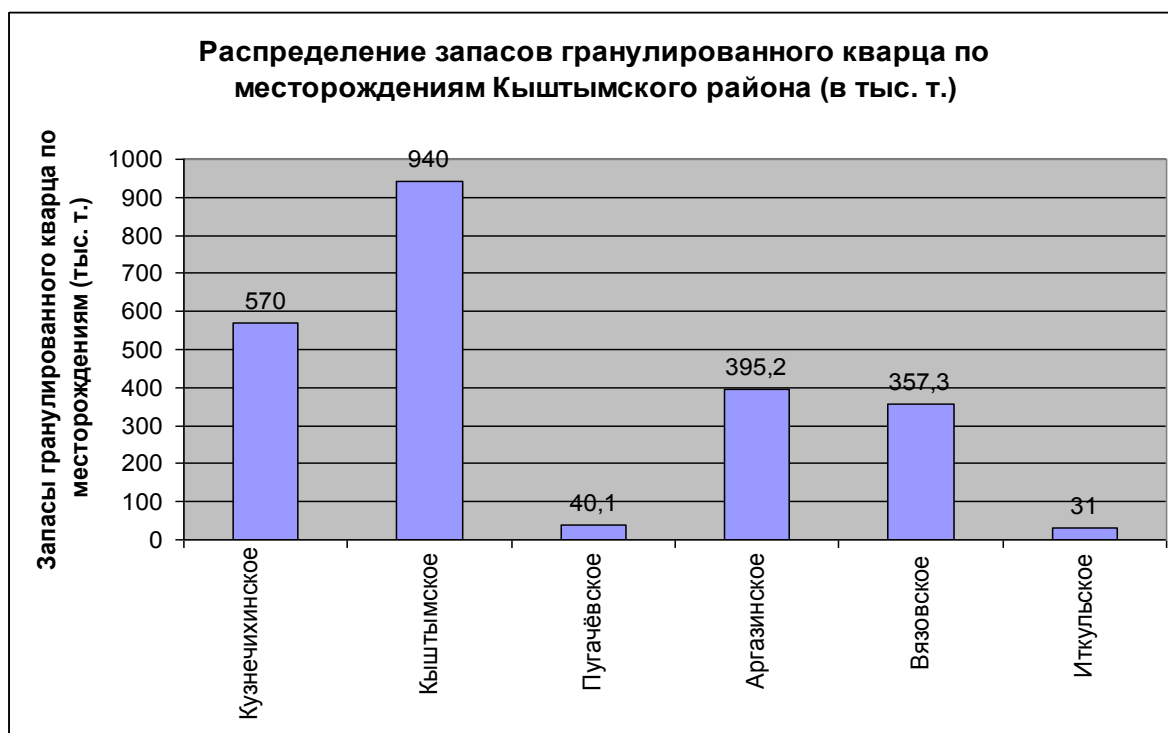


Рис. 9 Распределение запасов гранулированного кварца по месторождениям Кыштымского района (построена автором, 2016 г.)

Несмотря на значительные запасы гранулированного кварца в районе в целом – 2297,6 тысяч тонн, преимущественно всё-таки обладают следующие месторождения: Кузнечихинское и Кыштымское [27].

3.3.4. Характеристика гранулированного кварца

Этот тип природного кварцевого сырья слагает практически мономинеральные кварцевые жилы. Представляет собой агрегат прозрачных кварцевых зёрен с регенерационным цементом (рис. 10). По размерам зёрен выделяются крупнозернистые (крупнее 5 мм.), среднезернистые (2-5 мм.) и мелко- и тонкозернистые (менее 2 мм.) разновидности. Происхождение кварцевых агрегатов этого типа связывают со сложными многостадийными процессами, в результате которых происходит преобразование (перекристаллизация) исходной кварцевой породы. Эти изменения легко фиксируются по эволюции строения

минеральных индивидов и постепенному их очищению от различных дефектов.



Рис. 10 Гранулированный кварц [26].

В сложении жил, помимо кварца, принимают участие различные слюды, полевые шпаты, гидроксиды железа, графит и т.д., которые составляют не более 1-2% объёма жил. Большинство минеральных примесей находятся в межзерновых пространствах, что позволяет легко их устранять при технологическом переделе кварцевого сырья. Такие агрегаты можно считать практически мономинеральными, так как содержание минеральных примесей незначительно (по технологическим характеристикам незначительное содержание минеральных примесей менее $< 2\%$) [19].

Гранулированный кварц по чистоте не уступает горному хрусталу и применяется для плавки прозрачного кварцевого стекла. Он служит полным заменителем горного хрусталя для плавки всего ассортимента кварцевых стёкол и является наиболее перспективным видом природного сырья для плавки прозрачного кварцевого стекла в связи с высоким качеством и значительными запасами в недрах [25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Цветные камни, кроме их эстетических качеств, представляют собой сырьё для получения абразивных материалов, изготовления изделий в точном приборостроении, оптике и некоторых других отраслях промышленности. Многие камни поступают на мировой рынок как попутный продукт при добыче более распространённого и менее ценного сырья. Минералы группы берилла (гелиодор, аквамарин, изумруд и собственно берилл) попадают к ювелирам с рудников по добыче бериллия – незаменимого металла для современной техники. Такие камни, как рубин и сапфир, встречаются при добыче корунда – ценного сырья для получения абразивных материалов.

2. Редкая встречаемость самоцветов в природе и их большая стоимость вызывают стремление создать эквивалентные им искусственные заменители.

3. Синтетические камни с хорошей репутацией могут также, как и драгоценные, повышаться в цене и пользоваться спросом, а редкие экземпляры могут даже стать предметом коллекционирования. На современный ювелирный рынок поступают искусственные драгоценные камни нескольких видов:

- Драгоценные камни синтезированные (выращенные);
- Синтезированные кристаллы соединений группы редкоземельных элементов, которые в природе не встречаются, например фианиты (имитация алмаза);
- Имитация драгоценных камней из известного стекла, которые в основном применяются в бижутерии и легко «на глазок» отличаются от драгоценных камней по низкой твёрдости; а также дуплеты – составные драгоценные камни, склеенные из двух различных минералов.

4. В нашей стране особенно широко развито выращивание бесцветного кварца для оптико-механической промышленности и различных его цветовых разновидностей (синего, коричневого, зелёного и фиолетового) – для ювелирной промышленности [22] .

5. Основные достоинства гидротермального метода: высокая скорость роста крупных кристаллов (для кварца до 6.35 мм в день при массе кристалла 800 г); сравнительно низкая температура процесса (в сравнении с плавлением); одновременность выращивания на затравках большого числа образцов; высокое качество и однородность кристаллов; доступность регулирования процесса; небольшие термические напряжения в материале.

6. При использовании замкнутой системы и регулирования состава среды можно создавать окислительные и восстановительные условия. Это позволяет синтезировать кристаллы, выращивание которых другими методами затруднительно или невозможно.

7. Гидротермальные растворы имеют низкую вязкость и плотность их сильно зависит от температуры. Это приводит к быстрой конвекции и очень эффективному переносу растворенного вещества, благодаря чему кристаллы растут быстро.

8. Недостатки гидротермального метода сводятся в основном к жестким правилам техники безопасности, обусловленным применением оборудования, работающего при высоких давлениях в сочетании с нагревом.

9. Против взрывоопасности необходимо применять ряд специальных мер. Помимо прочности сосуд должен обладать химической инертностью в щелочных и кислых средах, что требует применения дорогостоящих материалов (платина, золото и серебро).

10. К недостаткам относят также длительность процесса и невозможность наблюдения за ним.

11. Полные аналоги природных кристаллов (кварц, алмаз, корунд, флюорит, кальцит и др.) наиболее широко, успешно и долгое время применяются и будут применяться в технике, в то время как чисто искусственные соединения, несмотря на некоторые более высокие потребительские свойства, имеют все же достаточно локальную нишу [4].

12. Завод «Кристалл» в г. Южноуральске Челябинской области один из первых в мире начал выращивать кристаллы искусственного кварца, работать с ними, обеспечивать радиоэлектронную промышленность России и зарубежных потребителей высококачественным пьезокварцем [5].

13. Предприятие имеет и поддерживает запас на основные виды сырья и материалов в объеме от 3 до 12 месячной потребности (кварц жильный кусковой, натрий углекислый безводный ЧДА, литий азотнокислый ЧДА, натрий гидроксид ЧДА). Критериями для оценки поставщиков являются качество поставляемой продукции, организация поставок, экономическая стабильность [5].

14. Природные моноблоки пьезокварца используют как затравки для выращивания искусственных кристаллов.

15. Подложка из природного пьезокварца должна быть максимально чистой, без включений, внутренних напряжений, чтобы кристалл на ней вырос качественный.

16. Сырьем для выращивания искусственных кристаллов пьезокварца в настоящее время служат гранулированный кварц и жильный кварц.

17. Практическое использование жильного кварца связано с возможностью изготовления из него специальных стекол, характеризующихся прозрачностью, химической и термической стойкостью и применяемых в светотехнической, оптико-механической и других отраслях промышленности.

18. В настоящее время Кыштымский район относится к наиболее крупным кварценосным районам России.

19. Качество кварцевого сырья отдельных кварцевых тел района соответствует технологическим требованиям производства высококачественного прозрачного кварцевого стекла, используемого в дальнейшем, в микроэлектронике, авиации и космонавтике, для производства оптического волокна [23].

20. Основными кварцевыми месторождениями являются: Кыштымское, Кузнечихинское.

21. Промышленную ценность месторождений представляют жилы гранулированного кварца, характеризующегося высокой химической чистотой и компактностью своей гранобластической структуры и потому пригодного для производства оптического кварцевого стекла.

22. Устойчивость минерально-сырьевого обеспечения области на ближнюю и дальнюю перспективу зависит не только от эффективного воспроизводства минерально-сырьевой базы высоколиквидных стратегических и дефицитных полезных ископаемых, но и рационального использования ранее выявленных богатств недр.

23. Современные достижения науки в области искусственного выращивания кристаллов и неуклонное расширение производства синтетических камней не смогут оказать в ближайшие годы существенного влияния на товарную структуру мирового рынка ювелирных цветных камней из-за опережающего роста спроса на синтетические камни со стороны промышленных отраслей, а также быстрого развития гемологической науки и совершенствования методов диагностики, позволяющих уверенно отличать натуральные камни от искусственных.

24. Исключительно широкая номенклатура цветных камней, значительный разброс цен на различные их виды, нерегулярный характер добычи и наличие культовых и этнических особенностей в торговле отдельными камнями в некоторых странах остаются теми постоянными

факторами, которые сдерживают возможную централизацию торговли этим специфическим товаром и практически исключают вероятность монополизации рынка цветных камней в будущем.

25. Экономический анализ современного состояния и перспектив развития производства потребления и международной торговли цветными камнями будет способствовать повышению эффективности отечественной добывающей и камнерезной промышленности, оптимальному развитию экспорта камнесамоцветной продукции [20].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева, М. А. Природа Челябинской области [Текст] / М. А. Андреева; под ред. Т. И. Шуканова. – 2-е изд., испр. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2001. – 270 с.
2. Балицкий, В.С. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней [Текст] / В.С. Балицкий, Е.Е. Лисицына. – М.: Изд-во Недра, 1981. – 152 с.
3. Граменицкий, Е. Н. Экспериментальная и техническая петрология [Текст] / Е. Н. Граменицкий, А. Р. Котельников. – М.: Изд-во Научный Мир, 2000.
4. Евстропов, А. А. Жильный кварц в науке и технике. Геология основных месторождений кварцевого сырья [Текст] / А. А. Евстропов, Ю. И. Бурьян, Н. С. Кухарь. – М.: Недра, 1995. – 207 с.
5. Елизаров, Ю.В. ОАО Южноуральский завод «Кристалл» [Текст] / Ю.В. Елизаров. Изд-во ОАО Южноуральский завод «Кристалл», 2012. – 84 с.
6. Емлин, Э. Ф. Жильный кварц Урала в науке и технике [Текст] / Э. Ф. Емлин, Г. А. Синкевич, С. И. Якшин. – Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 1988. – 272 с.
7. Еремин, Н.И. Неметаллические полезные ископаемые [Текст] / Н.И. Еремин. – М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. – 459 с.
8. Кошкин В. А. Отчёт тематической партии за 1999 – 2001 годы по теме: «Геолого-экономическая переоценка запасов кварцевого сырья разрабатываемых и резервных месторождений Южно-Уральской субпровинции на особо чистый кварц». ФГУП «Уралкварцсамоцветы», Екатеринбург. – 2001.

9. Кузнецов, С. К. Жильный кварц Приполярного Урала [Текст] / С. К. Кузнецов. – СПб.: Наука, 1998. – 203 с.
10. Левит, А. И. Южный Урал: география, экология, природопользование [Текст] / А. И. Левит. – Челябинск: Изд-во торг. Дом, 2001. – 246 с.
11. Маликов А. И., Попов М. П. Минералы Урала. Словарь-справочник. – Екатеринбург: ИД «Сократ», 2010. – 456с., ил.
12. Мельников, Е. П. Геология, генезис и промышленные типы месторождений кварца [Текст] / Е. П. Мельников. – М.: Недра, 1988. – 216 с.
13. Мельников, Е. П. Минералогия метаморфогенных месторождений горного хрусталя и гранулированного кварца [Текст] / Е. П. Мельников и др. – Л.: Наука, 1977. – 113 с.
14. Миловский, А. В. Минералогия [Текст] / А. В. Миловский, О. В. Кононов. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 321 с.
15. Паффенгольц, К. Н. Геологический словарь. В 2-х томах. Том 1. А –М. [Текст] / К. Н. Паффенгольц и др. – М.: Недра, 1973. – 488 с.
16. Петров, Н. А. Геологическое строение Кыштымского месторождения гранулированного кварца [Текст] / Н. А. Петров, Е. П. Мельников // Советская геология. – 1968. - № 12. – 230 с.
17. Петров, Н. А. Промежуточный отчёт партии № 3 о геологоразведочных работах на Кыштымском и Аргазинском месторождениях гранулированного кварца за 1963 г. [Текст] / Н. А. Петров, С. Н. Сигаев, И. С. Степанов, Т. И. Телегина, И. И. Неживых, Л. Ф. Аникеева. – 1964.
18. Поленов, Ю. А. Кварц как полезное ископаемое [Текст] / Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников, Н. С. Кухарь // Горный журнал. – 1995. – № 8. – С.19-24.

19. Поленов, Ю. А. Состояние добычи и переработки жильных разновидностей кварцевого сырья уральских месторождений [Текст] / Ю. А. Поленов, В. В. Остапчук // Горный журнал. – 1995. – № 8. – С. 174-178.
20. Самсонов, Я. П. Самоцветы СССР: справочное пособие [Текст] / Я. П. Самсонов, А. П. Туринге. – Под ред. В. И. Смирнова. – М.: Недра, 1985. – 335 с.
21. Страшненко, Г. И. Прогнозная оценка Южного и Среднего Урала на особо чистый кварц. Отчёт по работе тематической партии за 1998 – 2000. 2002 г.
22. Хаджи, В. Е. Синтез минералов [Текст] / В. Е. Хаджи, Л. И. Цинобер, Л. М. Штеренлихт. – М.: Недра, 1987. – 487 с.
23. Цюцкий, С. С. Кварцевое сырьё Уральской кварценосной провинции и перспективы его использования [Текст] / С. С. Цюцкий, Т. А. Кусова // Разведка и охрана недр. – М.: Недра, 1999. - № 3. – С.9-10.
24. Штернберг, А. А. Управление процессом выращивания кристаллов в автоклавах – В кн.: Исследование процессов кристаллизации в гидротермальных условиях. – М.: Наука, 1970. – С. 199-211.
25. Щеколдин, А. А. Гранулированный жильный кварц – новое сырьё для получения прозрачного кварцевого сырья [Текст] / А. А. Щеколдин, Г. А. Синкевич, Н. А. Петров // Стекло и керамика. – 1963. – Т. 2. – С.6-8.
26. Гранулированный кварц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/images/search.html> (Дата обращения 05.03.2016)
27. Кыштымская жила № 175 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uralmines.ru/zhila-175/> (Дата обращения: 10.04.2016)
28. Кыштымское месторождение кварца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.webmineral.ru/deposits/item.php?id=1405> (Дата обращения: 10.04.2016)
29. Месторождение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://russianquartz.com/?page=mestorozhdenie&lang=ru> (Дата обращения: 10.04.2016)

30. Методы выращивания кристаллов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/2716065/> (Дата обращения: 10.04.2016)

31. Методы выращивания синтетических камней [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zifelok.narod.ru/labs/n1/5.html> (Дата обращения: 10.04.2016)

32. Производители и поставщики камней гидротермальных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ru.all.biz/kamni-gidrotermalnye-erc3994> (Дата обращения: 10.04.2016)

33. Характеристика минерально-сырьевой базы Челябинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mineco174.ru/files/media/doklad/2009/2.htm> (Дата обращения: 5.03.2016)