

В. Д. НИКИТИН и К. А. ШУРКИН

О ГЕНЕЗИСЕ СЕВЕРО-ЛАДОЖСКИХ ПЕГМАТИТОВ И ИХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЦЕННОСТИ

Северо-восточное побережье Ладожского озера с давних пор привлекало внимание геологов (7, 9, 10, 13). Во многих работах встречаются беглые указания на наличие здесь пегматитовых жил (9, 14, 15) или же приводятся описания отдельных минералов (17, 18). Однако, не возбуждая промышленного интереса, ладожские пегматиты до последнего времени не подвергались каким-либо детальным исследованиям.

В связи с возросшей за последние годы потребностью в керамическом сырье пробудился интерес и к пегматитам Приладожья. Уже в 1940 г. о нескольких пегматитовых жилах этой области упоминает профессор П. А. Борисов в своем «Обзоре нерудных ископаемых присоединенных территорий К-ФССР».

Первые указания в печати П. П. Боровикова о вероятных промышленных перспективах пегматитов Приладожья появились в 1945 г. (1) и были повторены Герасимовским в 1946 г. (2). Несколько пегматитовых жил вблизи г. Питкяранта были осмотрены в 1945 г. геологом Е. В. Свирской, а с 1946 г. по предложению проф. П. А. Борисова начались систематические работы К-Ф научно-исследовательской базы Академии наук СССР по детальному геолого-минералогическому изучению пегматитов Ладожского побережья на участке Питкяранта — Сортавала.

В 1946 г. работы Базы, под руководством В. Д. Никитина, тесно увязывались с работами Ленгеолнерудтреста по опробованию наиболее крупных месторождений пегматитов на участке побережья Мурсула — Питкяранта, и в результате совместной работы уже тогда появилась возможность выдвинуть эту область как новую крупную базу керамического сырья (5), установить некоторые типовые признаки пегматитовых жил (6) и пр. Продолженные в 1947 г. работы К-Ф научно-исследовательской базы Академии наук охватили область Ладожского побережья далее к западу — до устья р. Янис-иоки и дали дополнительный материал, позволяющий наметить возможность выделения нескольких различных по возрасту периодов пегматитообразования.

Пегматиты каждого периода характеризуются своими геолого-

минералогическими признаками и далеко не одинаковой промышленной ценностью. Отчетливо устанавливается, что наиболее продуктивный период пегматитообразования, сформировавший мощные, промышленно-ценные месторождения, проявился преимущественно в районе Леппелъя-Мурсула—Питкяранта.

В этой статье авторы считают своевременным сообщить некоторые предварительные данные (работы еще продолжаются) о геолого-минералогических особенностях и промышленной ценности пегматитов, могущих быть использованными при дальнейших поисково-разведочных и эксплуатационных работах.

Своевременно также начать и дискуссию о возможности возрастного расчленения архейских пегматитов Карелии, так как даже для наиболее изученных пегматитов Беломорья, несмотря на разнообразие их геолого-минералогических признаков, вопрос этот до настоящего времени в некоторой степени остается открытым (3,4).

Основные черты геологии района

Северное побережье Ладожского озера, в восточной части которого расположено поле керамических пегматитов, в основном сложено породами ладожской формации, мощная зона которых подходит сюда с севера. Среди пород ладожской формации — разнообразных кристаллических сланцев, сланцеватых амфиболитов и кристаллических известняков, в ядрах антиклинальных структур выходят на поверхность породы более древнего гранито-гнейсового фундамента. С запада зона ладожских пород ограничивается крупными интрузиями постботнийских гранитов, так называемого «центрального типа Финляндии» (14,17), а с востока — обширным полем ютнийских гранитов-рапакиви.

Напомним, что возрастное положение пород ладожской формации в стратиграфической колонке докембрия остается еще не вполне установленным. Некоторыми она относится к протерозою (11,12), другими — к архею (14,17).

Судя же по тому, что абсолютный возраст наиболее молодых пегматитов в нашем районе, залегающих в ладожской толще, составляет 1350 миллионов лет¹, — больше оснований считать ладожскую формацию архейской.

Постладожские интрузивные породы, кроме упомянутых гранитов-рапакиви и гранитов «центрального типа», представлены в районе наших исследований небольшими телами гранитного состава на мысе Импиинми. Кроме того, вблизи ст. Велимяки расположен незначительный по величине массив габбро-диоритов и к югу от г. Питкяранта О. Трюшtedтом (19) указывается несколько мелких массивов пегматоидных гранитов.

И в крупном плане и в мелких деталях поражает удивительное согласие тектонических форм в обоих комплексах пород — ладожском и гранито-гнейсовом. Это согласие проявляется как в совпадении общей ориентировки кристаллизационной сланцеватости пород в крупных структурно-тектонических единицах обоих комплексов, так и в однозначном направлении осей мелких складок, флексур и пр..

Генеральными направлениями являются — для кристаллизационной

¹ Определение абсолютного возраста минералов этих пегматитов было произведено по нашей просьбе проф. Э. К. Герлингом в 1946 г.

сланцеватости сев.—сев.-западное простирание ($330\text{—}355^\circ$) с крутым падением чаще на восток; для падения шарниров складок — азимуты $155\text{—}160^\circ$, угол $35\text{—}50^\circ$.

Вторым обстоятельством, обращающим на себя внимание, является однообразная смена горизонтов ладожской толщи вокруг массивов гранито-гнейсов. Действительно, гранито-гнейсы всегда обрамляются горизонтом амфиболовых сланцев и сланцеватых амфиболитов, содержащих обычно два, реже три не выдержанных по простиранию и мощности горизонта, существенно состоящих из метаморфизованных кристаллических известняков. Последние содержат переменные количества кварца, полевых шпатов, диопсида, актинолита, тремолита, граната, оливина, эпидота, скаполита, роговой обманки, иногда сфена, магнетита, прита, халькопирита и др. минералов. Выше следует горизонт слюдяных кварцево-биотитовых сланцев, зачастую с гранатом, ставролитом, андалузитом, кордиеритом и др. минералами. Такое постоянство смены горизонтов ладожской формации позволило большинству исследователей предполагать ее стратиграфическое залегание на гранито-гнейсах (18,19). Однако следует отметить, что до настоящего времени нормального стратиграфического контакта между ними наблюдать еще не удалось, так как в тех редких случаях, когда можно видеть непосредственные контакты этих формаций (обычно скрытые в понижениях рельефа под наносами), как, например, на о-ве Хяркисаари, на восточном берегу Сумернанлахти, о-ве Vuoranluodot, на западном берегу о-ва Сюскюянсаари и пр., постоянно обнаруживается тектонический характер контактов — зоны милонитизации, зеркала скольжения, отторженцы гранито-гнейсов, затертые в ладожских породах и пр.

Все породы ладожской формации в большей или меньшей степени сплошно инъецированы кварц-полевошпатовым и кварцевым материалом; известно (14), что инъецированность сильнее на западе (Сортвальский район) и затухает к востоку. Следует отметить, что это представление действительно только для второй эпохи постладожской мигматизации. В предшествующую же ей более раннюю эпоху мигматизация проявилась по всей области северо-ладожского побережья достаточно равномерно и с небольшой силой. Подробнее об этом будет сказано ниже.

Пегматиты

Пегматиты встречаются в большом количестве в обоих комплексах метаморфических пород. В одном и том же обнажении зачастую наблюдаются пегматиты, обладающие столь различными геолого-минералогическими признаками, что невольно возникает предположение о различном времени формирования их, и, следовательно, возможной связи различных пегматитов с разными интрузивными циклами.

К сожалению, в районе наших работ мы знаем лишь одно небольшое тело гранитов (мыс Импиниеми), с которым генетически связана только одна группа пегматитов. Каких-либо интрузивных пород, с которыми можно было бы искать связи других пегматитов, в районе нет. Поэтому при решении последовательности образования разнородных пегматитов придется либо прибегать к сравнению с соседними областями (где анализ интрузивной деятельности еще не закончен), либо пытаться разобраться в этом вопросе на основании изучения геолого-

минералогических признаков самих пегматитовых тел. Последний путь кажется тем более заманчивым, что с подобной же ситуацией — отсутствием материнских интрузий сталкиваются исследователи и в других пегматитовых районах Карелии.

Прежде всего можно подразделить пегматиты на две возрастные группы: доладожские и постладожские. Доладожские пегматиты широко распространены в гранито-гнейсах, всегда срезаются контактовой поверхностью ладожских пород и обычно милонитизируются в зоне контакта, никогда не продолжаясь в ладожские сланцеватые амфиболиты.

Интенсивно мигматизированные и заключающие многочисленные пегматитовые жилы породы гранито-гнейсового комплекса контактируют с почти совершенно не инъецированными породами ладожской формации.

Постладожские пегматиты, напротив, залегают как в ладожской толще, так и в гранито-гнейсах. Но в гранито-гнейсах они резко отличаются от доладожских пегматитов по характеру взаимоотношений с гнейсами и своеобразным структурно-минералогическим признакам.

Затем, уже внутри каждой из этих двух групп пегматитов устанавливается наличие нескольких самостоятельных периодов пегматитообразования: два периода доладожских пегматитов и три постладожских.

1. Доладожские пегматиты

1. Пегматиты первого доладожского периода. Изучение некоторых участков гранито-гнейсовых массивов в 1947 году позволило произвести внутреннее расчленение этой формации. Наиболее древним является комплекс серых, тонкослоистых, преимущественно биотитовых, частично роговообманково-биотитовых олигоклазовых гнейсов, содержащих мелкие линзы и прослои амфиболитов и роговообманковых гнейсов. Такого типа породы обычно развиты участки среди наиболее распространенных розовых биотитовых олигоклаз-микроклиновых гнейсов, с которыми они образуют постепенные переходы. Обычно серые гнейсы интенсивно инъецированы пегматит-аплитовым материалом вплоть до образования тонкослоистых мигматитов. Здесь среди мигматитов и встречаются прослойки (мощностью до 30—40 см), которые обладают признаками типичных пегматитов. Размеры кристаллов полевых шпатов достигают в них 5—8 см, в поперечнике и в отдельных случаях констатируется зональное сложение: кварцевая ось, аплитовидные мелкозернистые зальбанды и пегматоидная структура между ними.

Минеральный состав таких пегматитов весьма прост и однообразен. Из полевых шпатов преобладает розовый микроклин-пертит. В небольшом количестве (до 10%) содержатся альбит и альбит-олигоклаз, тонколистчатые мелкие кристаллы мусковита, реже биотита и единичные кристаллы граната (спессартин-альмандинового). Письменные кварц-полевошпатовые сростания в этих пегматитах очень редки. Кварц густомолочного цвета.

Участки с такими пегматитами были встречены только среди серых гнейсов. Эти пегматиты в совершенстве повторяют плейчатые текстуры вмещающих гнейсов. Зальбанды пегматитов весьма не четкие, между гнейсами и пегматитами наблюдаются переходы.

Постоянной особенностью пегматитов являются почти всегда обна-

руживающиеся признаки бластеза в их структурах, зачастую чрезвычайно резкого. Сплошь и рядом наблюдаются бластомилонитовые и порфиробластовые структуры. Нередко встречаются пегматитовые жилы сильно огнейчованные, которые почти сливаются с общим фоном вмещающих их гнейсов.

Эти пегматиты и являются наиболее древними пегматитами нашего района. Они рассекаются дайками основных пород (фиг. 1), преобразованных в сланцеватые амфиболиты. Последние весьма широко распространены в гранито-гнейсовой формации, обычно залегают согласно со сланцеватостью гнейсов и реже пересекают ее. Изредка в ортоамфиболитах встречаются ксенолиты серых гнейсов. Однако, во всех



Фиг. 1. Луда к юго-западу от о-ва Вуоратсу. Дайка ортоамфиболита пресекает мигматиты первого доладожского периода
1 — мигматиты; 2 — ортоамфиболиты

случаях кристаллизационная сланцеватость гнейсов и ортоамфиболитов ориентирована одинаково.

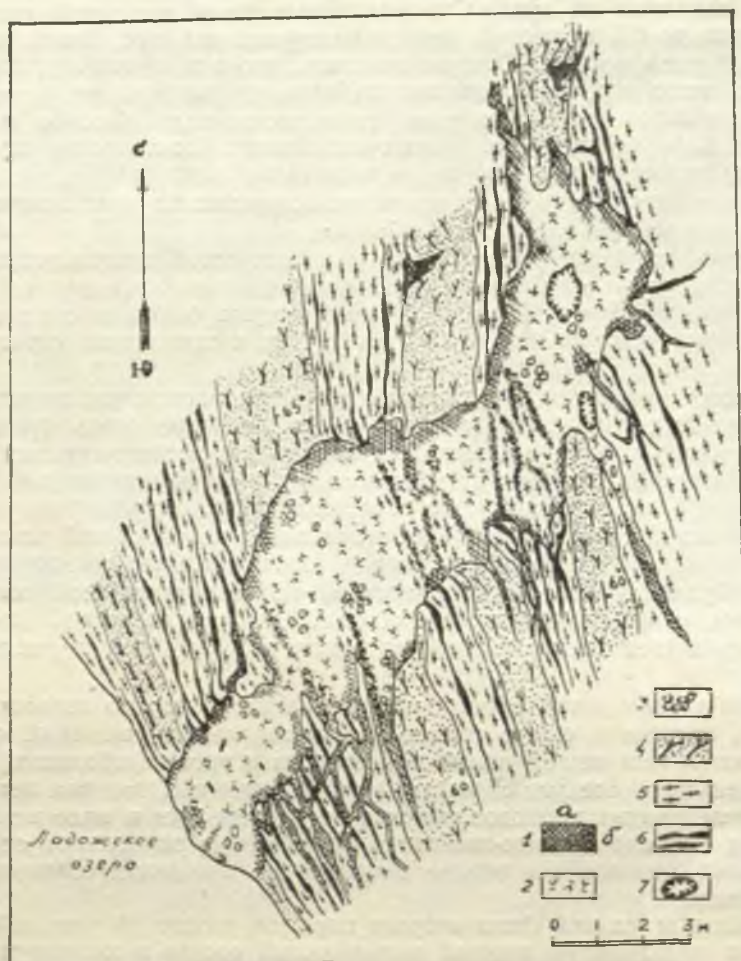
2. Пегматиты второго доладожского периода мо- ложе даек ортоамфиболитов. Они прорывают их и часто служат цементирующим материалом брекчий ортоамфиболитов и мигматитов. Вторые пегматиты не образуют столь тонкой инъекции в гнейсах, как пегматиты первого цикла, и имеют значительно более крупные размеры, достигая иногда 10—15 метров мощности (луда к юго-западу от о-ва Вуоратсу, мыс Лоппониemi, берега Сумерианлахти, п-в Куйваниemi и др.), выполняя трещины и зоны разломов. Однако, как правило, вмещающие породы в зонах разломов и в крупных кусках брекчий пластически деформированы. Иногда пегматиты второго периода выполняют межбудинные пространства в ортоамфиболитах.

Контактная линия между пегматитами и гнейсами в большинстве случаев неясная, наблюдаются постепенные переходы. Иногда же заль-

банд выражен достаточно отчетливо, но контур пегматита характеризуется неправильностью очертаний. Почти всегда имеются секущие и послынные апофизы (фиг. 2).

Эти пегматиты обычно не имеют ясной зональности: чаще преобладает гнездовое, хаотичное распределение участков с различными структурами — пегматоидной, гранит-пегматитовой и пегматит-гранитовой. Письменные структуры в отличие от первых пегматитов имеют здесь широкое развитие.

Минеральный состав их несколько отличается от минерального состава первых пегматитов. Здесь из полевых шпатов также преобладает



Фиг. 2. Мыс Лоппониemi. План пегматитовой жилы второго доладожского периода

- 1 — а) пегматит пегматит-гранитной структуры; б) зоны бластимилонитовых структур;
 2 — пегматит гранит-пегматитовой структуры; 3 — пегматит пегматоидной структуры;
 4 — ортоамфиболиты; 5 — гранито-гнейсы; 6 — мигматиты и пегматиты первого доладожского цикла; 7 — карьеры.

мясокрасный или интенсивно розовый микроклин-пертит. Однако следует отметить, что насыщенность пертитовыми вростками (распада и замещения) микроклина в них несравненно больше, чем в пегматитах первого типа. В гнездовых скоплениях серого или белого кварца очень редко встречаются мелкие участки полупрозрачного дымчатого кварца.

Альбит-олигоклаз (№ 12—23) содержится в пределах 10—20%. Пегматиты обыкновенно двуслюдяные, причем всегда преобладает биотит. Содержание слюд небольшое, и встречаются они как в форме толстоблабочатых, так и в форме тонколистчатых кристаллов. В небольших количествах содержатся турмалин (шерл), гранат (альмандин — спессартиновый), пирит, иногда заметное количество магнетита (например, в пегматите на луде в Сумерианлахти были встречены скопления магнетита до 0,5 кг весом), минералы группы эпидота, апатит и некоторые другие фосфаты. Следует отметить, что в наиболее крупных пегматитах этого типа наблюдаются альбитизация микроклина, жильбертизация, образование вторичного тонколистчатого биотита и последующая хлоритизация его. В этих пегматитах бластические структуры развиты несколько меньше, чем в первых пегматитах.

Последовательность формирования доладожских пегматитов в общем виде рисуется следующим образом.

Первая, наиболее ранняя эпоха магматической деятельности, которую можно установить в нашем районе, выражается в интенсивной мигматизации пород — в настоящее время серых олигоклазовых гнейсов и амфиболитов, первичная природа которых, к сожалению, остается неясной.

В тесной связи с этим процессом общей мигматизации, зачастую типа *lit-par-lit*, и находится, повидимому, образование очень простых по минеральному составу маломощных пегматитов первого периода. Затем, после проникновения даек основных пород, залегающих большей частью согласно с мигматитами и реже пересекающих их, наступает новая эпоха магматической деятельности. Она начинается новой общей мигматизацией пород. Дайки основных пород (ортоамфиболиты) мигматизируются и будинируются. После известной консолидации всей толщи, по разрывам, сопровождающимся локальной полупластической деформацией, проникает пегматитовый материал второго периода пегматитообразования.

Более ранние фазы образования пегматитов второго периода, повидимому, протекали еще в стадию дифференциальных движений, судя по выполнению ими межбудинных пространств в ортоамфиболитах. На это обстоятельство следует обратить особое внимание, так как пегматиты всех последующих периодов никогда не встречаются в виде межбудинных тел в толще гранито-гнейсовой формации, а пересекают ее дайкообразными жилами, как вполне и однородно консолидированную жесткую толщу.

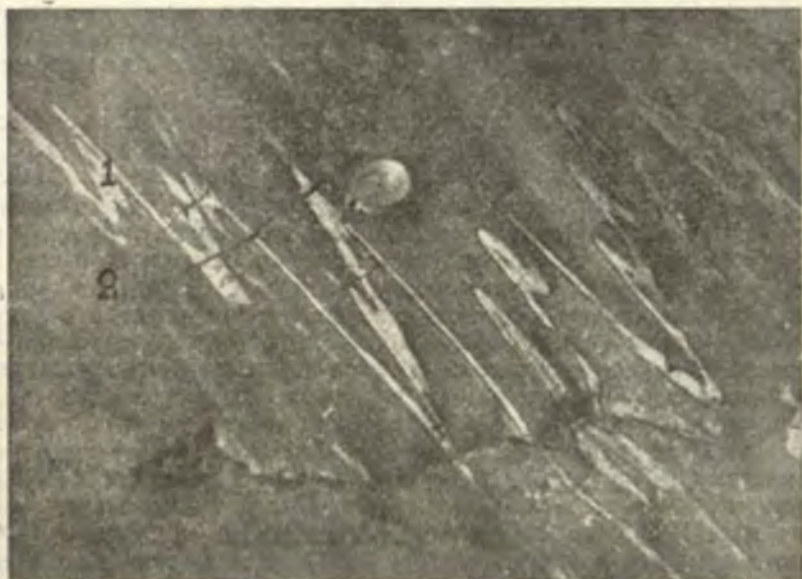
Пегматиты ранней фазы второго периода имеют обычно небольшие размеры, чрезвычайно простой минеральный состав и характеризуются отсутствием зональности, преобладанием гранит-пегматитовых структур с переходами в неравномернозернистые аплиты.

Пегматиты же более поздней фазы этого периода, иногда достигающие значительных размеров, имеют несколько более сложный состав, зачастую зональны, и в них констатируется последовательное наложение различных процессов минералообразования.

II. Постладожские пегматиты

Расчленение постладожских пегматитов на три самостоятельные группы основывается не только на их взаимном, последовательном пересечении, но и на различии их геологических особенностей и минерального состава. Эти признаки, как будет видно ниже, столь сильно различные для разновозрастных пегматитов, в одной и той же группе очень постоянны.

1. Первые постладожские пегматиты тесно связаны с процессом ранней мигматизации пород ладожской толщи. Пегматиты в собственном смысле встречаются чрезвычайно редко: обычно это аплитовые неравномернозернистые, тонкие (2—3 см), послойные инъек-



Фиг. 3. О-в Вуоранлуодот. Пегматит первого постладожского периода
1 — пегматит; 2 — ладожские сланцеватые амфиболиты.

ции, в которых иногда обнаруживается в раздувах пегматитовое сложение.

Инъекции аплитового и пегматитового материала в совершенстве повторяют узор пльчатости (фиг. 3). Часто они разорваны или буднированы (как, например, в весьма своеобразных шаровых сланцах).

Зальбанды инъекционных прослоев не резки, вблизи них вмещающие породы, особенно амфиболиты, обогащены микроклином, олигоклазом и кварцем.

В этих пегматитах из полевых шпатов преобладает олигоклаз или альбит-олигоклаз, в меньшем количестве присутствуют микроклин и мелкие листоватые выделения биотита, в очень незначительном количестве содержится мусковит и редко встречается апатит.

С этой эпохой мигматизации связано образование типичных для ладожской формации инъекрованных полосчатых амфиболитов, а также, повидимому, и интенсивный метаморфизм карбонатных пород—об-

разование в них диопсида, тремолита, граната, скаполита, оливина и проч.

Последнее предположение основывается на том, что такого рода метаморфизм карбонатных пород проявлен в равной степени по всему северному побережью Ладожского озера, вне связи с выходами каких-либо интрузивных пород. Вместе с тем такие метаморфизованные карбонатные породы рассекаются позднейшими пегматитами (вторыми и третьими постладожскими), иногда с ясными разрывами крупных кристаллов диопсида.

Первые постладожские пегматиты по времени формирования отчетливо отделяются от всех более молодых пегматитов фазой образования даек основных пород (метабазитов). Так, например, на западном побережье п-ва Импиниemi и близлежащих островах зачастую встречаются пересечения интенсивно дислоцированных инъекционных пегматитов метабазиитами, которые в свою очередь пересекаются пегматитами следующего интрузивного цикла.

2. Вторые постладожские пегматиты связаны с интрузией гранитов так называемого «центрального типа», большое поле которых расположено в районе г. Сортавала, а отдельные небольшие штоки встречены на нашем участке — на мысе Импиниemi. Этот интрузивный цикл сопровождается мигматизацией пород ладожской толщи, особенно интенсивной в западной части побережья и постепенно затухающей к востоку. Пегматиты этих гранитов в нашем районе встречаются сравнительно редко и в заметном количестве они сконцентрированы лишь вокруг упомянутых штоков. Непосредственная связь пегматитов с этими интрузиями обнаруживается с полной достоверностью на примере небольшого гранитного тела на мысе Импиниemi. В нем аплитовые жилы пересекаются маломощными пегматитовыми жилами, причем те и другие закономерно связаны с прототектонической массива. Вокруг штока ладожские породы пронизаны большим количеством жильных двуслюдяных гранитов, аплитов, пегматитов и кварцевых жил. Постоянно наблюдаются постепенные переходы жильных гранитов в аплиты и пегматиты (фиг. 4). Отчетливая зональность в распределении этих жил и нормальная последовательность взаимных пересечений их и позволяет с достаточной достоверностью проследить генетическую связь их с гранитами.

В породах ладожской формации пегматиты залегают обычно в форме межпластовых залежей, но часто, особенно вдали от штока Импиниemi, они встречаются и в форме секущих тел.

Как правило, пегматитовые тела сильно дислоцированы. Характер и степень дислоцированности достаточно разнообразны. Наряду с интенсивно будинированными жилами встречаются небольшие пегматитовые жилы, собранные вместе с вмещающими породами в мелкие складчатые формы (фиг. 5). Зачастую пегматиты заполняют ослабленные зоны интенсивного перематия в ладожских породах или даже служат цементующим материалом брекчий.

Зальбанды пегматитовых тел обыкновенно достаточно резки в отличие от пегматитов предшествующей возрастной группы.

Размеры пегматитовых тел разнообразны, в большинстве случаев незначительны и лишь иногда достигают нескольких метров мощности и нескольких десятков метров длины.

Во внутреннем строении не наблюдается какой-либо правильной зо-

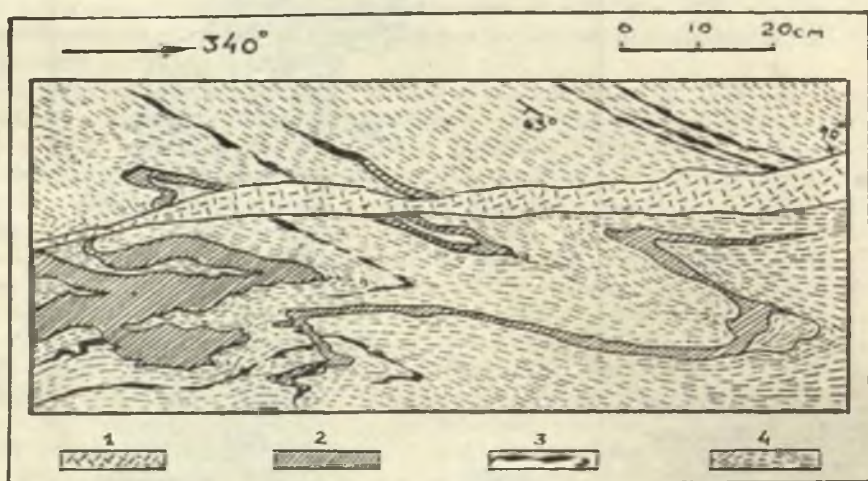


Фиг. 4. Залив Кариехенлахти. План пегматитовой жилы второго пост-ладожского периода

1—двуслюдяной гранит; 2—пегматит пегматит-гранитной структуры; 3—пегматит гранит-пегматитовой структуры; 4—пегматит пегматондной структуры; 5—пегматит первого постладожского периода; 6—„шаровые“ сланцы; 7—роговообманково-биотитовые и кварцево-биотитовые сланцы.

нальности. Участки, обладающие различными структурами, от почти гранитной до пегматондной, распределены в теле пегматита в хаотическом беспорядке, гнездами, с совершенно постепенными переходами друг в друга. Следует отметить, что письменные структуры в этих пегматитах являются редкостью. Сколько-нибудь заметных процессов последующей минерализации в них не наблюдается.

Из полевых шпатов значительно преобладает серый и белый альбит-олигоклаз, в общем несколько более основной (№ 14—30), чем в пегматитах доладожских. Бледнорозовый, иногда желтоватый микроклин, содержащий сравнительно небольшое количество пертитов (преимущественно распада), присутствует обычно в пределах 15—20%. Правда, встречаются некоторые жилы, особенно вблизи гранитного тела Импи-ниемы и в нем самом, существенно микроклинового состава, но по всей остальной площади вышеуказанные соотношения достаточно постоянны. Кварц большей частью молочно-белый, лишь изредка в нем встречаются участки полупрозрачные, слегка дымчатые. Сероватые цвета полевых шпатов придают этим пегматитовым телам характерные светлые тона окраски.



Фиг. 5. О-в Вуоранлуодот. Взаимное пересечение постладожских пегматитов 1—третьи постладожский пегматит; 2—второй постладожский пегматит; 3—первый постладожский пегматит; 4—ладожские роговообманковые сланцы.

В значительном количестве присутствуют слюды (до 5—6%). Постоянно преобладает мусковит в форме мелколистоватых агрегатов, либо в небольших тонколистоватых выделениях; биотит наблюдается в тех же формах. Всегда присутствуют гранат, апатит, турмалин (шерл). Последние два минерала иногда, как, например, на островах Питкярантского архипелага, были встречены и в экзоконтактовых зонах, в слюдяных сланцах. В очень небольших количествах в пегматитах присутствуют пирит и халькопирит.

В целом ряде случаев в шлифах этих пегматитов отчетливо констатируются интенсивное дробление и последующая перекристаллизация.

Повидимому, с этой эпохой интрузивной деятельности связана также инъекция тонких, большей частью послонных, кварцевых жилок, встречающихся во всех породах ладожской толщи, пересекающих пегматиты этого цикла и в свою очередь пересекаемых пегматитами третьей постладожской возрастной группы. Эти кварцевые жилки весьма часто содержат небольшие количества пирита и пирротина. В некоторых мес-

тах, как, например, на зап. берегу Мурсуланлахти, на о-ве Суткисаари, такая кварцево-сульфидная инъекция в форме густой сети тончайших прожилков образует в ладожских породах узкие зоны, обогащенные сульфидами, протягивающиеся согласно сланцеватости пород.

Пегматиты этого типа в нескольких местах (например, на о-ве Вуоратсу) были встречены в породах гранито-гнейсовой формации, где они выполняют трещины раскола простой формы. Минеральный состав их здесь тот же, что и в случае залегания в породах ладожской толщи, Зальбанды их резки. Они пересекают пегматитовые жилы второго доладожского периода и в свою очередь пересекаются кварцевыми жилами только что упомянутого характера, а также пегматитами третьего постладожского периода.

Обыкновенно вокруг них наблюдаются, несмотря на небольшие мощности самих тел, довольно широкие зоны экзоконтактных изменений.

3. Третьи постладожские пегматиты пересекают все вышеупомянутые образования (фиг. 5) и тектонические контакты между ладожской и гранито-гнейсовой формацией, в свою очередь пересекаясь аплитовыми жилами, связанными с интрузией гранитов-рапакиви. Они залегают как в породах ладожской толщи, так и в гранито-гнейсах (фиг. 6). Встречаются они либо в форме правильных межпластовых или секущих жил, либо в форме штокообразных тел. Характерные особенности этих пегматитов были уже отмечены в ранее опубликованной статье (6); здесь подчеркнем лишь некоторые наиболее существенные из них.

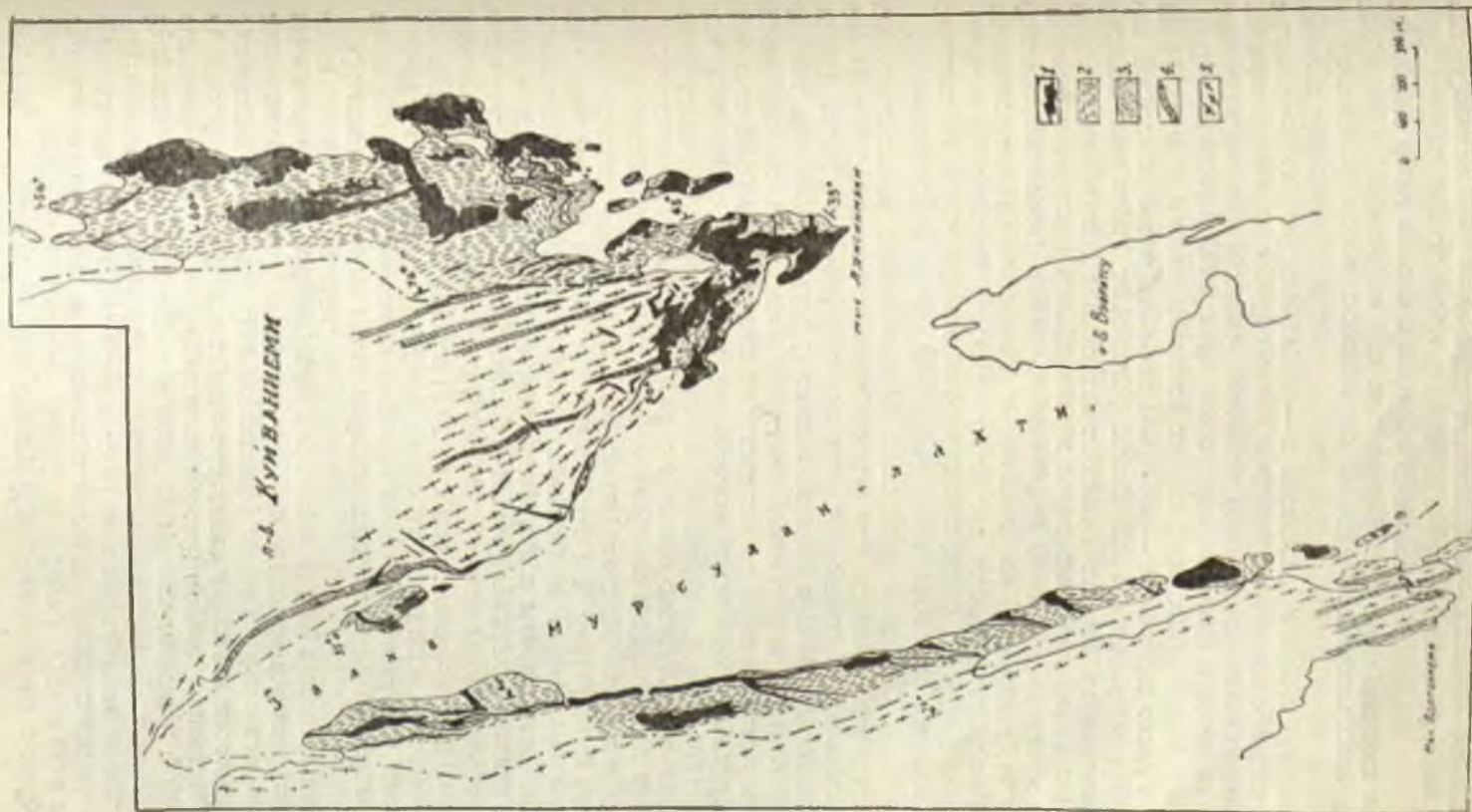
Залегание пегматитовых тел подчинено определенным закономерностям. Ориентировка их связана с ориентировкой основного направления кристаллизационной сланцеватости вмещающих пород. Пегматитовые тела расположены или параллельно ей (межпластовые жилы), или пересекают ее почти под прямыми углами, или, гораздо реже, под углами, близкими к 45° . В случае наличия в толще вмещающих пород малых складчатых форм пегматиты пересекают их, но залегают в согласии с указанной закономерностью для основного направления кристаллизационной сланцеватости всего этого участка.

В гранито-гнейсовой формации пегматиты встречаются чаще, но размеры их здесь обычно небольшие, и резко преобладают секущие жилы. В породах ладожской толщи они встречаются, пожалуй, реже, залегают преимущественно в нижних ее горизонтах и достигают больших размеров, причем доминируют межпластовые тела. Наиболее крупные пегматиты приурочены к зонам соприкосновения разнородных пород — например, горизонтов слюдяных сланцев и сланцеватых амфиболитов, или пород ладожской толщи и гранито-гнейсов. Именно здесь они достигают очень крупных размеров — нескольких сотен метров длины (фиг. 6) и многих десятков метров мощности.

Пегматитовые тела либо выполняют трещины и разломы, зачастую составляя цементирующий материал брекчий вмещающих пород, либо неправильными штокообразными массами выполняют ослабленные зоны в общей складчатой структуре — в частности ядерные участки складок (массив Лянсинмяки и др.).

Пегматиты этого периода по геолого-минералогическим признакам могут быть разбиты на три последовательно образующиеся группы — различные фазы одного и того же процесса.

Пегматиты первой фазы по минеральному составу близки к гранитам. Содержание основных компонентов — микролин-пертита, аль-



Фиг. 6. Уч. Мурсулалакhti. Схема залегания пегматитов третьего постладожского периода
 1 — пегматиты; ладожская формация: 2 — сланцеватые амфиболиты, 3 — метаморфизованные известняки; доладожский комплекс: 4 — ортоамфиболиты, 5 — гранито-гнейсы и мигматиты.

(Из-за мелкого масштаба многочисленные небольшие пегматитовые жилы, находящиеся в гнейсах, не помечены).

бит-олигоклаза (№ 12—22) и кварца — непостоянное. Из полевых шпатов в большинстве пегматитов преобладает микроклин-пертит (40—50% всей массы тела), но в некоторых, небольших по размеру пегматитах — альбит-олигоклаз (например, к северу от дер. Мурсула). Пегматиты эти двуслюдяные. Содержание слюд невысокое — до 3—4%; биотита обычно значительно больше, чем мусковита. В небольшом и переменном количестве присутствует гранат и в весьма незначительном количестве — пирит, магнетит, апатит, молибденит и минералы группы сложных окислов.

Во внутреннем строении этих пегматитов не обнаруживается какой-либо определенной зональности. Отдельные участки, обладающие самыми различными структурами: гранитной, гранит-пегматитовой, аплитовой, пегматоидной, графической, распределены по всей массе пегматита в полной беспорядочности, многократно чередуясь с совершенно постепенными переходами друг в друга.

Об общем химическом составе этих пегматитов можно судить по данным 34 валовых проб (по 1,5—2 м³ каждая), взятых на месторождениях: Лянсинмяки, Красная Горка и Койринойя. В каждом из этих месторождений в различных пробах состав несколько варьирует, но в одних и тех же пределах. Среднее содержание компонентов для всей массы опробованных пегматитов составляет: SiO₂ — 74,58; TiO₂ — следы; Al₂O₃ — 14,79; Fe₂O₃ — 0,38; CaO — 1,66; MgO — 0,33; K₂O — 5,29; Na₂O — 3,22%. Как видно, состав пегматитов отвечает составу нормальных гранитов. Действительное содержание Fe₂O₃ должно быть немного выше, так как при отборе проб несколько кусков пегматита, очень загрязненных гидроокислами железа, были отброшены.

В случае залегания пегматитов в гранито-гнейсовой толще они заполняют трещины раскола и характеризуются простыми дайкообразными формами (фиг. 7). Зальбанды их резки: в гнейсах близ трещин никакой пластической деформации нет. При переходе таких жил в сланцеватые амфиболиты или в полевошпатово-роговообманковые сланцы, в последних зачастую обнаруживается полупластическая деформация, пегматитовые жилы теряют правильность формы, раздуваются и переходят в межпластовые тела (фиг. 7). Следует отметить, что такая полупластическая деформация вмещающих пород сопровождается сплошь и рядом разрывами, образованием брекчий с пегматитовой массой в качестве цементирующего материала. В тех же случаях, когда в контакте с пегматитом оказываются слюдяные сланцы, от пегматитов отходит серия послонных апофиз, повторяющих микроплойчатые формы сланцев.

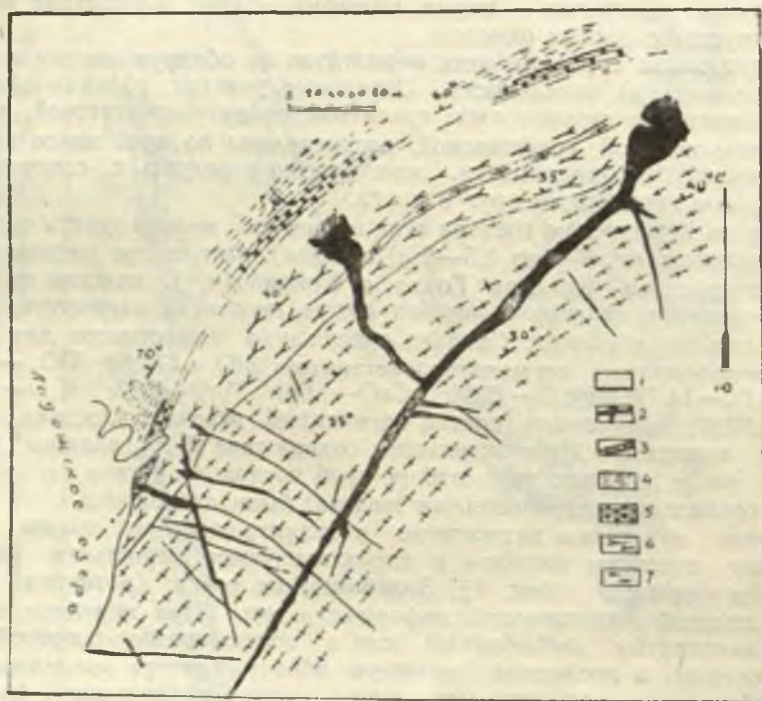
Пегматиты третьей фазы по минеральному составу сложнее. Во внутреннем строении их наблюдается обычно определенная зональность. В формировании их устанавливается наличие нескольких последовательно сменяющихся процессов минералообразования (6). Пегматитовые жилы пересекают и гнейсы и полевошпатово-роговообманковые сланцы, не изменяя формы и характера контактов. Во вмещающих породах, независимо от состава их, никаких следов пластической или полупластической деформации близ разломов, занимаемых пегматитом, не обнаруживается.

Пегматиты второй фазы по всей совокупности особенностей являются переходными между двумя этими типами.

Пегматиты этого третьего периода, залегающие в сланцеватых по-

родах ладожской толщи, обнаруживают иногда отчетливые следы будинажа.

Общая последовательность формирования постладожских пегматитов рисуется в следующем виде. Первый постладожский период пегматитообразования, тесно связанный с повсеместно проявившейся мигматизацией, приведшей к сильному метаморфизму пород ладож-



Фиг. 7. О-в Пусунсаари. Система пегматитовых тел третьего постладожского периода в гранито-гнейсах

1 — четвертичные отложения; 2 — пегматитовые тела; 3 — нескрытые части тел; ладожская формация: 4 — роговообмажковые сланцы, 5 — метаморфизованные известняки; доладожский комплекс: 6 — сланцеватые амфиболиты, 7 — гнейсо-граниты.

ской формации, был растянут по времени. После полной консолидации толщи, расколов и проникновения по ним даек основных пород наступает следующая эпоха магматической деятельности — эпоха формирования интрузий гранитов «центрального типа», гранитных тел Импиниemi и Радатсхунсаари, интенсивной мигматизации пород ладожской толщи, затухающей с запада на восток, повидимому, несколько фаз пегматитообразования, а также обильной кварцевой и кварцево-сульфидной инъекции.

Вероятно, именно с этой эпохой связано формирование основных черт тектонической структуры района. Тектонические контакты между ладожским и гранито-гнейсовым комплексами прорываются только пегматитами третьей постладожской группы. Последние, быть мо-

жет, следует выделить в самостоятельный, третий, период пегматитообразования, но не представлять его, как позднюю фазу второго периода.

Эти пегматиты содержат ксенолиты кварцевых и кварцево-сульфидных жил, которые в свою очередь пересекают пегматиты второго периода. Пегматиты третьей группы местами выполняют разрывы, секущие созданные ранее тектонические формы, в которых пегматиты второго периода принимают участие, как пластическая масса. Все пегматиты третьей группы обладают некоторыми специфическими чертами химизма, не имеющими места ни в интрузивных породах, ни в пегматитах второго периода.

К сожалению, до настоящего времени не известны выходы интрузивных пород, с которыми можно было бы генетически связать эти пегматиты (граниты-рапакиви их рвут). Однако это обстоятельство не должно, как будто, служить причиной к отрицанию самостоятельности этой магматической эпохи, так как среди пегматитов встречаются тела, очень близко стоящие по минеральному составу и структурным особенностям к неравномерно- и крупнозернистым гранитам. Например, на западном берегу Мурсуланлахти встречена дайка около двух километров длины (фиг. 6) и от полутора до трех десятков метров мощности, сложенная породой, напоминающей порфириовидный, крупнозернистый, двуслюдяной гранит, среди которой только отдельные участки приобретают характер пегматита. В некоторых подобных телах имеются даже аплитовые жилы.

Все сказанное и дает некоторое основание для того, чтобы рассматривать эту группу тел, как небольшие отпрыски самостоятельной интрузии. Как указывалось, абсолютный возраст пегматитов, относящихся к третьему постладожскому периоду, определяется в 1350 млн лет. Однако, повторяем, что всех приведенных фактов, конечно, еще не достаточно для определенного утверждения о самостоятельности этого периода пегматитообразования. Работы 1948 г., возможно, дадут дополнительный материал для более определенного решения.

Формирование пегматитов третьего периода происходит в несколько фаз. Пегматиты первой фазы образовались тогда, когда породы ладожской толщи находились в полупластическом состоянии, и пегматиты заполняют флексурные разрывы и ослабленные сильно дислоцированные участки (например, шток Лянсинмяки).

Пегматиты последней фазы выполняют трещины расколов уже в вполне консолидированных породах. Для всех без исключения пегматитов очень характерны интенсивные катакластические явления.

Граниты-рапакиви, распространенные к востоку от Питкяранты прорывают все перечисленные пегматитовые образования. Пегматитовая фаза их нами пока не изучалась.

Промышленная характеристика пегматитов

Пегматиты различных возрастных групп в промышленном отношении далеко не равноценны. Пегматиты первого доладожского, а также первого и второго постладожских периодов пегматитообразования лишены какого-либо промышленного интереса. Некоторые весьма ограниченное (в силу большей частью малых размеров жил) промышленное значение могут иметь пегматиты второго доладожского периода образо-

вания. В целом ряде наиболее крупных по величине жил этого периода, обладающих крупноблоковой структурой, имеются старые шурфы и мелкие карьеры. Опробование пегматитов этого типа еще не производилось; распространенность их и места расположения совершенно не фиксированы на имеющихся геологических картах. Вследствие этого в настоящее время еще отсутствуют необходимые данные, позволяющие достаточно реально произвести оценку промышленного характера этих пегматитов и их значимости в общих сырьевых ресурсах района.

Несомненно, что главная масса промышленного сырья в Приладожском районе заключена в пегматитах третьего постладожского периода пегматитообразования. Как уже отмечалось, пегматиты именно этой группы обладают весьма значительными размерами, образуя крупные штокообразные тела и дайки. Особо следует подчеркнуть, что целый ряд наиболее крупных пегматитовых массивов, расположенных в тесной близости друг к другу на п-ве Куйваниеми, находится прямо на берегу Ладожского озера, т. е. в исключительно благоприятных транспортных условиях. Кроме того, большинство крупных пегматитов обладает весьма благоприятными горно-техническими условиями — допускают организацию широкого фронта механизированных и эксплуатационных работ, не требует устройства подъемников и длинных откаточных путей, не нуждается в водоотливе и т. п.

По минералогическому составу и структурным особенностям эти пегматиты, как отмечалось, подразделяются на три типа. Наиболее благоприятными для добычи высокосортового керамического сырья (отборного шпата, кварца и существенно микроклинового пегматита) являются пегматиты третьего типа, но, к сожалению, большая часть наиболее крупных из известных в настоящее время месторождений в значительной степени уже выработана. Полудиференцированные пегматиты второго типа обычно не обладают особенно крупными размерами, но некоторые из них могут являться объектами эксплуатации. Например, на жиле № 4 участка Койриной, согласно данным опробования (Ленгеолнерудтрест 1946 г.)¹, выход материала составляет: товарный пегматит первого сорта — 14,8%, второго сорта — 24,7%, третьего — 56,7% и кварц рядовой — 1,8%.

Анализ пегматита первого сорта дал содержание Fe_2O_3 — 0,15%; K_2O — 10,45% и Na_2O — 1,51%, а пегматита третьего сорта: Fe_2O_3 — 0,18%; K_2O — 5,91% и Na_2O — 2,75%.

Керамические испытания показали, что первосортный материал пригоден для изготовления художественного фарфора, пегматит II сорта — для хозяйственного и III сорта — частью для изоляторного фарфора, частью требует предварительного обогащения.

Таким образом, такого рода пегматиты, в случае благоприятного местонахождения, с успехом могут быть использованы, но, несомненно, что наиболее благоприятными со всех точек зрения для получения среднекачественного керамического сырья в массовом количестве являются недифференцированные пегматитовые штоки первого генетического типа.

Так, например, как показало предварительное опробование, масса пегматита месторождения Лянсинмяки дает выход: товарного пегматита первого сорта — 3%, второго сорта — 26%, третьего сорта — 61% и рядового кварца — 1%. Содержание Fe_2O_3 по отдельным пробам в пегматите

¹ Данные опробования предоставлены нам П. П. Боровиковым.

всех трех сортов колебалось от 0,16 до 0,55%; K_2O — от 1,12 до 6,08% и Na_2O — от 2,25 до 4,99%.

Керамические испытания 16 проб из этого месторождения, произведенные Керамическим институтом, определили, что большая часть их пригодна для изготовления хозяйственного и изоляторного фарфора. И только материал 4 проб III сорта нуждается либо в предварительном обогащении, либо в добавках полевого шпата. По геологической же оценке всей массы пегматитового тела в обнажениях и карьерах около половины материала пригодно к использованию в промышленности при ручной сортировке в забое. При условии же механического обогащения качество кварц-полевошпатовой массы легко может быть доведено по содержанию Fe_2O_3 до количества, отвечающего по кондиционности сырью I сорта; опыты в этом направлении уже дали благоприятные результаты.

Все соседние крупные пегматитовые тела этого типа имеют, судя по геолого-минералогическим исследованиям, почти тождественный состав и строение с массивом Лянсинмяки.

Таким образом, здесь имеются весьма благоприятные транспортные и горно-технические условия, очень крупные размеры пегматитовых тел с практически неограниченными запасами удовлетворительного по качеству сырья. Все это позволяет думать, что пегматитовое поле северного Приладожья, и, в частности, участок Мурсула — Леппесильта — Питкяранта, является наиболее благоприятным в К-ФССР участком для организации добычи керамического сырья и может стать основной сырьевой базой фарфоровой промышленности Союза.

Летом 1946 г. в работах участвовали геологи П. П. Боровиков и Е. В. Свирская. Летом 1947 г. и в камеральный период авторы пользовались советами Н. Г. Судовикова.

Пользуемся случаем выразить упомянутым лицам свою признательность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков П. П. Новые данные о месторождениях керамических пегматитов в Приладожском районе К-ФССР. Бюлл. Техн. Инф. Ленгеолнерудтреста, в. 1, 1945.
2. Герадимовский В. И. Район Импилахти — важный источник керамического сырья. Разведка недр, № 4, 1946.
3. Григорьев. Материалы по пегматитам Северной Карелии. Труды ЦНИГРИ, в. 37, 1935.
4. Лабунцов А. Н. Пегматиты Северной Карелии и их минералы. Пегматиты СССР, том II. Изд. Ак. наук, 1939.
5. Никитин В. Д., Боровиков П. П., Шуркин К. А., Свирская Е. В. Северо-ладожские пегматиты. Бюлл. Техн. Инф. Ленгеолнерудтреста, май, 1947.
6. Никитин В. Д. Генетические типы пегматитов северо-восточного побережья Ладожского озера. Изв. К-Ф н.-н. Базы Ак. наук, № 1—2, 1947.
7. Озерецковский. Путешествие по озерам Ладожскому и Онежскому. СПб., 1792.
8. Севергин В. Обзорение Российской Финляндии или минералогические и другие примечания, учиненные во время путешествия по оной в 1804 г.
9. Ферман А. Е. Пегматиты, т. I. Гранитные пегматиты. Изд. Ак. наук, 1940.
10. Aloräus G. Kurze Beschreibung der in Russisch kaiserb. Carelien befindlichen Marmor und anderen Stein-Brüchen. Berg und Steinarten. 1787.
11. Berghell H. De prejatuliska säffrarna novi om Ladoga. Geol. För i Stockh. Förh. Bd. 34, N. 6, 1912.
12. Frosterus V. Bergbyggnaden i Sydöstra. Finland. Bull. Comm. Geol. Finlande., No. 13, 1902.

13. Gadolin A. Geognostische Beschreibungen der Insel-Pusu (Pusun-saari) im Ladoga-See. Verhandl. R. K. Miner. Ges; 1857—1858.
14. Hackman V. Suomen geologinen yleiskartta. Lehti D-2. Helsinki, 1933.
15. Lisitzin G. K. Nagra geologiska iakttagelser gjorda i trakterna norr om Ladoga sjö. Somnaren, 1889. Medd. f. Industrist. i Finland, H. 14, 1890.
16. Lokka L. Ober viikit. Bull. Comm. Geol. Finl., No. 82, 1928.
17. Sederholm J. J. Ladogium redevivum. Geol. För. i Förh. Bd. 38, 1916.
18. Tornebohm A. E. Om Pitkäranta mulmfeld och dess Amfgifningar. Geol. För. i Stockh. Förh. Bd. 13, H. 13, 1891.
19. Trüstedt O. Die Erzlagerstätten von Pitkäranta am Ladoga See. Bull. Comm. Geol. Finl. No. 19, 1907.

V. D. Nikitin ja K. A. Shurkin

POHJOIS-LAATOKAN PEGMATIITTIIEN KEHITYKSESTÄ JA NIIDEN TUOTANNOLLISESTA ARVOSTA

YHTEENVETO

Suuren Isänmaallisen sodan jälkeen Neuvostoliiton Tiedeakatemia Karjalais-Suomalainen Jaosto alkoi suorittamaan Laatokan pohjoisrannikolla tutkimustöitä pegmatiitin alalla. Tutkimustöiden tuloksena Impilahden ja Pitkärannan välinen seutu määriteltiin keraamisen raaka-aineen tuotannon uudeksi piiriksi Karjalais-Suomalaisessa Neuvostotasavallassa. Tämän seudun tutkimisen kuluessa tuli mahdolliseksi jakaa pegmatiittimuodostumat aseampiin aikajaksoihin pegmatiittien erilaisen tuotannollisen arvon mukaan. Geologisen rakenteen puolesta pegmatiittikerrostumat jakaantuvat seuraavasti: 1) graniittigneissin, amfibolin ja migmatiitin alimmaisiet arkeiset muodostumat, 2) laatokkalaiset metamorfiset liuskakivet ja amfibolit sekä 3) post-laatokkalaiset intrusiiviset vuorilajit: metabasiitin malmijuonet ja ohuet graniittimassivit. Post-laatokkaiaisen kauden nuorimpien (1350 milj. v.) pegmatiittimineraalien absoluuttisen ikäkauden määrittelyn perusteella voidaan laatokkalainen geologinen systeemi laskea kuuluvaksi arkeisiin muodostumiin.

Tutkimuksen alaisella alueella jaetaan laajalti kehittyneet pegmatiitit kahteen ikäkauteen: esilaatokkalaiseen ja post-laatokkalaiseen kauteen. Edellisen ikäkauden pegmatiiteissa erotetaan sellaisia pegmatiitteja, jotka esiintyvät migmatiittien yhteydessä, jotka vuorostaan olivat orthoamfiboliittien edeltäjinä, sekä myöhäisemmät pegmatiitit, jotka ovat täyttäneet kerrostumien rakokset ja liittäneet murtumat orthoamfiboliiteissa.

Post-laatokkalaisten pegmatiittien ryhmä jakaantuu ala-, keski- ja elä-laatokkalaisiin pegmatiitteihin. Alalaatokkalaiset pegmatiitit ovat geneettisesti yhteydessä laatokkalaisten kerrostumien yleisen migmatisoitumisen kanssa ja ovat syntyneet ennen metabasiittijuonia. Keskilaatokkalaiset pegmatiitit muodostavat post-laatokkalaisten graniittien juonen faciecin ja yhdessä alalaatokkalaisten pegmatiittien kanssa ovat deformeerautuneet post-laatokkalaisen vaiheen kehityksen aikana. Ylälaatokkalaiset pegmatiitit leikkaavat kaikkia vanhimpia pegmatiittikerrostumia sekä aikaisemmin syntyneitä poimumuodostumia ja täyttävät kerrostumien halkeamat. Minera-

logisen rakenteen erikoisuuksien perusteella jaetaan ne kolmeen ryhmään, jotka vastaavat pegmatiittimuodostuman eri vaiheita.

Kaikkiin ikäkausiin kuuluvien pegmatiittien perusteellinen tutkimus, johon liittyi useiden valmijuonten ja kivennäisaineiden keraaminen kokeilu, osoitti, että korkein tuotannollinen merkitys on eiälaatokkalaisilla pegmatiiteilla, jotka sisältävät taloudellisen ja teknillisen posliinin valmistamiseen kelpavaa keraamista raaka-ainetta 80%.

Eräistä toisen esilaatokkalaisen kauden suurimmista pegmatiiteista myöskin voidaan saada kvartssia ja maasälpää. Toisiin ryhmiin kuuluvilla pegmatiiteilla ei ole käytännöllistä merkitystä.