

Проф. П. А. БОРИСОВ и З. Т. МИТРОФАНОВА

## СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ К-ФССР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

### Предисловие

Карело-Финская республика и в довоенное время, как известно, испытывала острый недостаток в вяжущих строительных материалах, из которых на месте производилась только известь-кипелка (месторождение Ю. Оленьего острова); цементом же и штукатурным гипсом республика пользовалась исключительно привозным.

Во время Великой Отечественной войны, в порядке подготовки к восстановительному строительству в республике после освобождения ее от врага, было разведано одно месторождение известняков для получения извести, расположенное, однако, не в К-ФССР, а в соседней Архангельской области, вдали от всех республиканских потребляющих центров. На базе этого дальнепривозного сырья и была организована кустарная добыча вяжущего стройматериала (извести) и сделана, неудачная однако, попытка создать первый в К-ФССР небольшой цементный завод.

Эти мероприятия сыграли свою положительную роль в отношении извести: восстановительные работы на освобожденной территории, начатые немедленно после изгнания финских захватчиков, смогли своевременно получать и продолжают получать и в настоящее время необходимое количество этого вяжущего материала.

Однако если можно было на некоторый период мириться с использованием дальнепривозной извести, при полном отсутствии другого, не менее важного вяжущего — цемента, то удовлетворение потребностей строительства такого рода стройматериалами в настоящее время становится под угрозу, особенно если учесть перспективы и крупные масштабы нового строительства предприятий, с одной стороны, и большие трудности, связанные с грузкой ж.-д. транспорта и непроизводительными расходами по доставке дальнепривозных вяжущих материалов или сырья для их производства, — с другой.

Это положение тем более не может быть терпимо, что ресурсы необходимого сырья (карбонатные породы, глины и пр.) в К-ФССР, при разумном подходе к ним с точки зрения современного состояния технологии производства различных вяжущих стройматериалов, позволяют

говорить о вполне реальных возможностях создания местной промышленности этих материалов.

К сожалению, эти ресурсы, как и некоторые другие виды сырья для вяжущих материалов, оказались почти неизученными прежде всего технологически, что вместе с привычкой самих строителей к традиционному ассортименту вяжущих (жирной воздушной извести, нормальному портланд-цементу), на которые они и предъявляют спрос, и привело к задержке разрешения этой важнейшей для республики народно-хозяйственной задачи.

Авторы настоящего обзора ставят себе целью по возможности исчерпывающее (в пределах отведенного для печати объема) и документируемое фактическими данными освещение этих ресурсов с геологической и технологической стороны и на основе этого — определение и практических путей к промышленному осуществлению проблемы производства в К-ФССР вяжущих строительных материалов.

Учитывая почти полную технологическую неизученность сырья для вяжущих материалов, отсутствие в этом направлении экспериментальных работ, при специфических особенностях состава карельских пород, и недостаточную подготовленность самих месторождений для их освоения, авторы приходят к выводу, что решение проблемы вяжущих в республике должно идти по новому пути. Это, прежде всего, — путь широкого изучения вещественного состава сырья, путь экспериментирования с теми породами, которые не дефицитны, широко развиты в Карелии и которые пригодны для получения того или иного вида вяжущих строительных материалов. Далее — это путь детальных геологических исследований и промышленных разведок месторождений с целью подготовки запасов сырья по высоким категориям. Карелия должна будет рано или поздно вступить на путь широких исследований, привлекая соответствующие специализированные организации и научные учреждения (Северо-западное геологическое управление Министерства геологии, К-Ф филиал Академии Наук СССР, Институт цемента и др.).

Авторы уверены, что в результате совместных усилий геологов, технологов и экономистов К-ФССР сможет, наконец, практически решить такую важную для своего народного хозяйства проблему, как создание собственной, достаточно мощной промышленности вяжущих строительных материалов, что убедительно показывают приводимые в настоящем обзоре факты и вытекающие из них выводы.

*Авторы*

### **Геологические предпосылки для создания в К-ФССР промышленности вяжущих материалов**

В производстве вяжущих материалов (извести и цемента) практическое значение имеют следующие горные породы: 1) карбонатные породы — чистые и магнезиальные известняки, доломиты, глинистые известняки (мергели), магнезиты; 2) глинистые породы — глины, глинистые сланцы; 3) гипсовые, ангидритовые (водные и безводные гипсы) и бокситовые породы для специальных видов вяжущих; 4) полевошпатовые породы (пегматиты, аплит, граниты и др.) для производства цементов с избытком кремнезема.

Все эти виды сырья для получения вяжущих подвергаются предварительному обжигу, после чего у них возникает способность в смеси с водой более или менее быстро твердеть.

Некоторые горные породы (вулканические пеплы или вулканические туфы, диатомиты, трепел), не обладая свойством твердеть при смешении их с водой, являются, тем не менее, ценным сырьем для производства вяжущих при добавке их к извести и цементу, в смеси с которыми они образуют тесто, обладающее высокими вяжущими свойствами. Такие породы носят название «гидравлических добавок».

По своей распространенности и дешевизне ведущая роль в производстве вяжущих стройматериалов принадлежит чисто карбонатным, карбонатно-глинистым (мергелистым) и собственно глинистым породам (глинам и глинистым сланцам).

Какими же возможностями, какой сырьевой базой для вяжущих, располагает К-ФССР?

Ответ на этот вопрос большого хозяйственного значения может дать геологическая история территории республики, литологический состав слагающих ее пород и знание их химических и технологических свойств, чем, в конечном итоге, определяется степень годности этих пород для производства вяжущих веществ в соответствии с теми техническими условиями, которые предъявляет к этому сырью промышленность.

Анализ накопленных геологических данных позволяет в настоящее время считать, что К-ФССР обладает, прежде всего, огромными ресурсами карбонатных и полевошпатовых пород. Представителями глинистых пород в Карелии являются собственно глины различного происхождения, состава и распространения, а также глинистые сланцы. Последние до настоящего времени, как возможное сырье для производства вяжущих материалов, не учитывались и в этом отношении не изучались, как не изучались с этой стороны и полевошпатовые породы, которые можно рассматривать в качестве второго, после глинистых сланцев, заменителя собственно глинистых пород.

Мергелистые породы по геологическим особенностям породообразования в К-ФССР исключаются, повидимому, из числа основных и широко распространенных сырьевых ресурсов, отвечающих требованиям производства из них вяжущих материалов; по этим причинам на них вообще не обращали внимания и их также не изучали.

Вулканические туфы и диатомиты должны учитываться как сырье со свойствами гидравлических добавок, так как обе породы пользуются в Карелии, вероятно, сравнительно широким распространением, но они не привлекали внимания исследователей и не изучались технологически.

Таким образом, приведенный выше перечень горных пород, бесспорно перспективных в отношении возможности их использования в качестве сырья для производства разнообразных вяжущих строительных материалов, позволяет ставить вопрос о создании в К-ФССР промышленности этих материалов.

В настоящей статье делается попытка осветить с геолого-технологической стороны давно назревшую проблему о сырьевых ресурсах К-ФССР для производства вяжущих веществ, но до настоящего времени в надлежащих масштабах еще не разрешенную.

## 1. КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ

Карбонатные породы К-ФССР входят в состав различных геологических формаций. Изредка они встречаются в толщах нижнего архея (мраморовидные известняки окрестностей ст. Кузема Кировской ж. д.). В образованиях верхнего протерозоя, где они часто встречаются в форме

линз и пластовых залежей в так называемой ладожской формации, карбонатные породы — уже обычное явление. Но наибольшим развитием пользуются толщи карбонатных пород, приуроченных к нижнему протерозою — к карельской формации последнего.

Оставляя в стороне в нашем обзоре не имеющие промышленного значения, по ничтожности площади их распространения, известняки нижнего архея района ст. Куземы, рассмотрим месторождения углекислых пород ладожской и карельской формаций, как наиболее перспективные для решения проблемы вяжущих стройматериалов в Карелии.

Карбонатные породы обеих формаций не используются повсеместным распространением на территории республики, что, естественно, составляет большое неудобство при практическом решении вопроса о создании местной базы для производства вяжущих.

Если обратиться к карте К-ФССР, то на ней можно выделить, собственно, три района, достаточно богатых залежами карбонатных пород:

1) в северной Карелии — области озер Панаярви, Сояярви, Кукасозера, Vuoriaarvi, верховья р. Чирка-Кемь (Келловара);

2) в южной Карелии — обширные площади по долине р. Кумсы у г. Медвежьегорска, на побережье Повенецкого залива Онежского озера у д. Пергуба, Лумбуши у Повенца и далее по восточному берегу Онежского озера (у д. Пяльма), в Заонежье (в с. Кузаранда), на Ю. Оленьем острове, в районе оз. Сандал (месторождения Тивдии, Белой горы, Палосельга), оз. Лижмозеро и с. Кяппясельга, а также в полосе к северо-западу от с. Виданы и далее к с. Спасская губа, Койкара, Сунозеро, Пялозеро;

3) в юго-западной Карелии — районы оз. Туломозера, озеро Суоярви и Янисярви, в с. Рускеала и в северо-восточном Приладожье (район Питкярантского залива Ладожского озера и его фиордов).

Центральная Карелия, как видно из приведенного перечня, за редким исключением (на оз. Сегозеро, месторождение на о-ве Дюльмяк и на оз. Елмозеро), почти лишена выходов карбонатных пород.

Карбонатные породы К-ФССР, в отличие от всех месторождений европейской части СССР, характеризуются кристаллическим строением, возникшим в результате глубоких процессов метаморфизма первоначально осадочной породы, и преобладанием в химическом составе их магнезиального компонента, иногда с значительным содержанием свободного кварца.

На контактах с изверженными породами залежи карбонатных толщ приобретают характер скарнированных образований и настоящих скарнов с обилием вновь возникших в процессе контактного метаморфизма характерных силикатных минералов (роговых обманок, диопсида, граната и др.). Такого рода процессы резко изменяют первоначальный вещественный состав чистых, не доломитизированных известняков (табл. 1).

Доломитизация, окварцевание, скарнирование карбонатных пород К-ФССР, связанные с процессами глубинного метаморфизма, — столь распространенные явления, что становится понятным отсутствие в К-ФССР нормальных слоистых плотных известняков, самого главного и обычного вида сырья для получения воздушной извести в других областях СССР.

Несмотря, однако, на указанную выше геолого-минералогическую характеристику интересующих нас в данном случае карбонатных пород, как источника сырья для вяжущих, в К-ФССР можно наметить ряд месторождений известняков и доломитов, по составу вполне отвечающих

тем техническим условиям, которые предъявляет производство вяжущих материалов к карбонатному сырью.

Анализируя эти требования и химико-минералогический состав карбонатных пород К-ФССР, мы убеждаемся, что республика действительно располагает многими стандартными видами этого сырья для вяжущих, начиная с нормальных чистых известняков, слабо магнезиальных известняков и кончая сильно доломитизированными известняками и нормальными доломитами с соотношением  $\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3 = 1 : 1$ .

Основная масса залежей углекислых пород Карелии относится, однако, к более или менее доломитизированным известнякам и собственно доломитам.

Таковы геологические данные и общая характеристика карбонатного сырья К-ФССР, которые всегда служили препятствием к широкому использованию этих природных ресурсов ее, тем более, что исторически сложившиеся приемы строительства требовали в качестве вяжущих строительных материалов нормальную воздушную известь и обычного состава портланд-цемент. Между тем, современные методы технологической переработки карбонатных пород на вяжущие материалы позволяют произвести переоценку карельских углекислых пород, преимущественно магнезиального состава, как вполне приемлемого промышленного сырья для производства таких материалов.

К сожалению, для полной переоценки карбонатных пород К-ФССР существующая степень изученности их недостаточна, так как прежние работы (поиски, разведки, технологические испытания) преследовали цель отыскания сырья для производства чистой жирной воздушной извести, мало интересуясь породами известково-магнезиального состава, как источником получения других видов вяжущих (магнезиальной доломитовой извести и пр.).

### 1. Месторождения чистых известняков

Выходы чистых, не магнезиальных известняков в К-ФССР установлены в 12 пунктах северной, южной и центральной Карелии (табл. 1).

В северной Карелии положительными данными в качестве вероятной крупной сырьевой базы для получения воздушной извести, повидимому, обладают выходы известняков у оз. Соваярви, расположенные в Куолярвском районе развития пород протерозойского возраста, в 60 км к югу от ст. Кайлара ж.-д. ветки Куолярви — Кандалакша и вблизи шоссе Панаярви—Кандалакша. Само месторождение еще недостаточно детально разведано.

В 1948—1949 гг. разведками Ленинградского геологического управления (ныне Северо-западное геологическое управление) среди свиты доломитизированных слюдястых известняков установлены пачки чистых известняков на двух участках.

Вскрыша наносов здесь не превышает 0,5—1 м, содержание магнезии в известняковых горизонтах колеблется в пределах 0,56—2,51%, содержание нерастворимых примесей не превышает нескольких процентов (только в двух технических пробах эта цифра достигла 8—8,5%). Таким образом, известняки месторождения Соваярви вполне отвечают техническим требованиям на сырье для получения воздушной извести. Согласно работам, проведенным в 1948 г., это месторождение было выдвинуто в качестве новой в республике крупной сырьевой базы, большим недостатком которой, однако, является ее оторванность от железной

Химический состав

№№ п.п.	Месторождение	Название породы	CaO	MgO
1) Северная				
1	оз. Соваярви (2 участка)	а) Известняк . . . . .	48—54	0,5—2,5
		б) " . . . . .	49—52	1,5—1,8
		в) Доломит . . . . .	—	—
2	оз. Юманярви (окрестности Соваярви)	" . . . . .	28,6	17,3
3	оз. Кукас (острова южного берега)	а) Доломитизированный известняк . . . . .	39,96	13,98
			36,18	13,01
		б) Известняк . . . . .	32,96	10,96
			48,24	2,83
4	оз. Келловара (р. Чирка-Кемь)	а) Известняк (слабо магнезиальный, мраморовидный) . . . . .	47,28	4,08
		б) Доломит серый, мраморовидный . . . . .	28,57	21,98
		в) Доломит розовый, мраморовидный . . . . .	29,57	21,46
		г) Доломит слоистый, окварцованный . . . . .	17,38	17,13
5	оз. Вуориярви	Известняк мраморовидный . . . . .	51,96	2,11
		а) Белые мраморы . . . . .	51,96	2,11
		б) Рассланцованный скарнированный известняк . . . . .	46,44	3,50
		в) Желтовато-белые массивные мраморы . . . . .	49,18	2,61

Таблица 1

карбонатных пород				
Нераствор. остаток	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Примечания
<b>Карелия</b>				
—	0,1—7,2	0—1,4	0,2—3,0	Разведано в 1948 г.
—	1,7—6,8	—	0,6—2,0	
—	—	—	—	
8,8	—	2,30		
4,88	—	0,78		Разведано в 1931 г. Главным образом доломитизированный известняк.
5,30	—	1,84		
13,42	—	2,44		
6,24	—	1,68		
8,92	6,26	3,34		
5,52	4,94	1,68		Месторождение не разведано.
5,28	4,48	1,24		
54,28	31,97	—		
—	—	—		
—	0,67	1,82		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — 0,55 ... S — 0,20, TiO <sub>2</sub> — следы.
—	2,24	6,75		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — 3,80, TiO <sub>2</sub> — 0,25 ... S — 0,07.
—	1,76	4,20		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — 2,27, TiO <sub>2</sub> — 0,34, S — 0,09.

№ № п.п.	Месторождение	Название породы	СаО	MgO
<b>2) Южная</b>				
1	<b>Белая гора</b>	а) Доломит белый . . . . .	54,84	44,21
		б) Доломит розовый (окварцованный) . . . . .	15,49	11,08
	(среднее из 32 проб)	в) Доломит (окварцованный) . . . . .	26,18	18,07
2	<b>оз. Лижозеро</b>	Доломит . . . . .	29,07	20,84
3	<b>ст. Кяппесельга</b>	. . . . .	29,70	19,98
4	<b>д. Спасская губа</b>	а) Доломит белый и розовый . . . . .	25,59	17,90
		б) Доломит (окварцованный) . . . . .	30,87	21,64
5	<b>Рабочий наволок</b> (у с. Белая гора)	Доломит (окварцованный) . . . . .	11,4	7,9
6	<b>с. Пергуба</b> (в с.-з. заливе Онежского озера)	То же . . . . .	27,63	18,65
			—	—
7	<b>р. Пяльма</b> (восточный берег Онежского озера)	Доломит . . . . .	29,8	21,39
			27,10	20,99
8	<b>Мраморный бор</b> (район д. Мунозеро)	а) Известняк . . . . .	55,55	0,20
		б) Доломит (окварцованный) . . . . .	29,55	20,81
9	<b>Виданское</b>	Доломит . . . . .	29,49	21,98
			25,10	19,90
			23,38	18,14

Таблица 1 (продолжение)

Нераствор. остаток	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Примечания
Карелия				
1,07	—	Следы	—	Разведано до войны на декоративный камень.
—	48,61	—	—	
15,24	19,20	0,16	0,50	Мрамор.
—	3,31	0,13	0,47	Слабо разведано.
4,13	—	0,35	—	Не разведано.
0,78	—	0,17	—	Разведано в 1931 г. на магнезиальную известь хорошего качества.
17,66	—	1,32	—	
—	62,2	—	—	Выход небольшой, не разведано.
11,15	—	0,30	—	
—	38,50	—	—	Не разведано; вероятно непромышленное.
1,98	—	0,36	—	Не разведано; доломит качественный.
5,21	—	2,71	—	
—	1,15	0,46	—	Не разведано.
—	До 20,0	0,30	—	
21,96	—	0,26	1,00	Не разведано; почти весь доломит окварцован.
13,22	—	0,06	0,29	
2,42	—	—	—	

№№ п.п.	Месторождение	Название породы	CaO	MgO
10	д. Кузаранда	Доломит (окварцованный) . . . . .	20,70	15,66
			30,60	19,74
			27,00	22,30
11	Ю. Олений остров (Заонежье)	а) Известняк (среднее из 44 проб) . . . . .	53,1	1,27
			37,15	8,56
		б) Доломитизированный известняк . . . . .	25,85	12,27
			28,10	9,90
12	Шуныгское (Заонежье)	Доломит черный . . . . .	30,64	19,44
13	о. Дюльмяк (оз. Сегозеро)	Доломит . . . . .	25,14	18,75
14	оз. Елмозеро	а) Известняк розовый (окварцованный) . . . . .	68,80	7,10
			98,69	0,84
		б) Известняк . . . . .	97,01	1,60
			—	4,22—17,10
			—	5,5—17,2
15	Колодозерское (Пудожский район)	Известняк: 5-й пласт . . . . .	52,81	0,59
		4-й . . . . .	53,17	0,28
		3-й . . . . .	46,64	1,18
		2-й . . . . .	29,09	0,40
		1-й . . . . .	40,01	0,47

Таблица 1 (продолжение)

Нераствор. остаток	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Примечания
—	32,55	0,70	—	Не разведано.
—	2,46	0,45	—	
—	20,60	1,88	5,21	
2,78	—	—	—	Почти выработан.
14,05	—	1,07		
23,86	—	—	—	Сильно загрязнен примесями.
24,80	—	—	—	
—	0,09	0,19	0,04	Не разведано; углерода 0,48 — 3,32.
1,44	—	—	—	Разведано.
—	23,34	—	0,59	То же.
—	0,61	—	0,28	
—	1,08	—	0,24	
—	2,8	—	2,0	
—	6,8	—	—	Не разведано; запасы незначительны.
0,72	0,72	—	0,36	
1,16	—	—	0,26	
8,32	—	—	1,32	
44,80	—	—	0,90	
21,80	—	—	0,70	Непромышленные.

№ п.п.	Месторождение	Название породы	CaO	MgO
3) Юго-Запад				
1	Невосенлампи (район Импилахти)	а) Известняк . . . . . б) Доломит (скарниро- ванный) . . . . .	47,65 30,30	3,14 16,78
2	Хопунвара (район Питкяранта)	а) Известняк (долами- тизированный) . . . . б) Доломит . . . . .	33,93 34,70 34,96 33,15	16,34 10,60 19,27 22,11
3	Рускеала	а) Известняк (мраморо- видный) . . . . . б) Известняк (долами- тизированный) . . . .	53,15 33,92	1,53 16,33
4	Суури-Рюттю (23 км от Сортавала)	Известняк скарновый .	43,11	3,81
5	Участок 27-й километр (от Сортавала)	То же . . . . .	45,91	2,50
6	Оз. Рихилампи	Известняк магнизиаль- ный (скарнирован- ный) . . . . .	38,5	14,48

Таблица 1 (продолжение)

Нераствор. остаток	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Примечания
ная Карелия				
7,53	3,88	2,49	1,16	Опробовано; мелкие линзы для кустарной добычи.
—	15,36	0,51	6,31	
6,6	—	3,75—0,64		Зоны среди змеевиков; месторождение сильно выработано.
—	14,8	1,40	—	
8,70	—	1,20		Среднее за десятки лет добычи.
43,82	—	—	—	
0,10	—	—	—	Не доразведано.
6,5	—	—	—	То же.
15,3	—	—	—	Непромышленные линзы среди гнейсов и сланцев.
18,52	—	—	—	Линза 700 × 6 — 25 м; непромышленное по качеству.
11,01	—	—	—	Непромышленная линза.

№№ п.п.	Месторождение	Название породы	CaO	MgO
7	Уланвара (оз. М. Янисярви)	Известняк (мраморовид- ный) . . . . .	41,69	1,27
			48,70	2,64
8	Линнунвара (оз. М. Янисярви)	а) Известняк магнизи- альный . . . . .	36,44	7,80
		б) Доломит черный . .	18,07	23,47
		в) Доломит серый . . .	22,98	25,21
9	Линнунвара (с.-в. участок)	Известняк кристалли- ческий . . . . .	45,59	3,21
10	п-ов Кинтсиниеми (оз. М. Янисярви)	Доломит . . . . .	27,30	18,90
		" . . . . .	29,56	19,22
11	д. Проланвара (оз. М. Янисярви)	" . . . . .	29,50	17,09
12	д. Коккоинез (оз. Суоярви)	" . . . . .	29,38	21,71
13	д. Мудросельга (район оз. Туломозеро)	" . . . . .	30,54	20,72
		" . . . . .	29,21	20,54
		" . . . . .	29,24	18,32

Таблица 1 (продолжение)

Нераствор. остаток	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Примечания
—	—	—	—	Месторождение выработано финнами; остались скарны с 43% нерастворимого остатка.
—	—	—	—	
25,03 (кварц)	—	—	—	Линза 250 × 8 м; непромышленное.
27,14	—	—	—	Линза 250 × 5 м; непромышленное.
5,96	—	—	—	Не разведано.
9,0	—	—	—	Разведано.
11,80	—	—	—	—
5,01	—	—	—	—
3,46	—	2,92	—	Не разведано.
3,30	—	0,62	—	То же.
3,58	—	—	—	Разведано.
2,64	—	—	—	
11,80	—	—	—	

дороги и от населенных пунктов. Разведочные работы С-ЗГУ в 1949 г. в связи со сложной тектонической обстановкой (складки, сбросы) значительно уменьшили эти запасы, и общие перспективы месторождения сильно понизились. В районе оз. Соваярви среди широко развитых протерозойских карбонатных пород несомненно могут быть найдены и другие месторождения с промышленными пачками чистых известняков, пока скрытых благодаря указанным тектоническим нарушениям во всем районе. Несомненно наличие здесь также крупных месторождений чистого доломита промышленного значения, что улучшает промышленные перспективы карбонатных пород района оз. Соваярви как крупной базы сырья для различного состава вяжущих веществ.

В 1948 г. было разведано Ленинградским геологическим управлением месторождение в районе оз. Вуориярви (в 20 км к югу от ст. Алакуртти ж.-д. ветки Куоляярви—Кандалакша). Здесь несомненное промышленное значение имеют карбонатные породы магматического происхождения (карбонатиты), залегающие в виде системы жил и линз среди ультраосновных пород рудных (пироксенитов) палеозойского (?) возраста. Наиболее крупная из этих линз, размером  $200—250 \times 500—550$  м разведана; она расположена у шоссеной дороги, идущей к ст. Алакуртти, на северо-западном склоне горы Тухта-вара. Две другие крупные залежи карбонатов не разведаны, но прослежены по простиранию на сотни метров.

Разведкой установлено 3 разновидности мраморовидных кристаллических известняков-карбонатов, из них 2 разности отвечают (табл. 1) техническим условиям на сырье для производства извести; наиболее распространенной по занимаемой площади является 3-я разность слабо магнезиального известняка, с небольшим количеством нерастворимого остатка. Общий ориентировочный запас нескарнированных известняков этого месторождения представляет вторую на севере республики основную сырьевую базу чистых известняков. Отрицательной особенностью карбонатитов оз. Вуориярви является постоянное и значительное содержание в них минерала апатита, которое отражается в валовых анализах известняков в цифре фосфорного ангидрита, доходящей в главной массе промышленной породы до 2,27%.

В центральной Карелии имеется единственное Елмозерское месторождение карбонатных пород, часть которых может быть применена в качестве сырья для получения жирной извести. Это месторождение, расположенное в Сегозерском районе на юго-восточном берегу оз. Елмозеро и его островах, в 1931 г. было дважды разведано Ленинградским геологическим управлением (Рябов [1]); оно является очень крупным месторождением карбонатных пород, представленных, однако, главным образом доломитизированными, сильно окварцованными известняками и частью доломитами.

Запасы чистых и слабо магнезиальных известняков очень скромные, что при отдаленности месторождения от железной дороги ставит это месторождение в разряд сырьевых баз узкого местного значения.

В южной части республики известны многочисленные месторождения чистых известняков различного промышленного значения по своим масштабам и качеству сырья. На первое место здесь следует поставить месторождение Рускеала в юго-западной части республики.

Рускеальское месторождение в юго-западной Карелии (в Сортавальском районе), известное еще с конца XVIII в., когда его начали разрабатывать главным образом для получения облицовочного мрамора, широко применявшегося в то время в строительстве Петербурга, а позднее и

для получения чистых известняков на обжиг, является в К-ФССР самой крупной сырьевой базой немагнезиальных карбонатных пород. Само месторождение представляет собою сложную структуру, в которую входят различного состава карбонатные породы и роговообманковые сланцы ладожской формации. Чистые известняки в этой структуре представлены по прежним описаниям отдельными горизонтами, иногда блоковыми обособлениями среди доломитизированных, часто скарнированных известняков и доломитов.

До 1940 г. месторождение принадлежало финнам, которые усиленно эксплуатировали только чистые известняки для получения жирной извести, шедшей в больших количествах на бумажно-целлюлозные комбинаты Приладожья.

В 1925 г. финские геологи (Metzger<sup>[21]</sup>) указывали на очень крупные запасы карбонатных пород промышленного значения в Рускеальском месторождении.

Однако разведки советских геологов в 1941 г. (Сахаров<sup>[13]</sup>) показали полную необоснованность и преувеличение финнами запасов в этом месторождении.

Хищническая эксплуатация главной части месторождения (так называемой финской залежи), при выборочной добыче блоков чистого известняка, на протяжении десятков лет привела это месторождение к настоящему времени почти в непромышленное состояние. Без крупных разведочных работ запасы его в отношении чистых известняков остаются неясными.

Начатое в 1949 г. К-Ф филиалом Академии Наук СССР (ст. научным сотрудником Т. В. Перекалиной) детальное изучение рускеальской структуры ладожской формации, с целью выяснения действительного геологического строения этого участка протерозоя юго-западной Карелии, с первых же шагов показало ошибочность финских представлений о месторождении как синклинальной складчатой структуре, сложенной правильным чередованием карбонатных пород, слюдяных и зеленых роговообманковых сланцев, как это рисовал себе А. Метцгер.

При таких неправильных толкованиях нельзя, конечно, решать и чисто практические вопросы, связанные с освоением такого крупного месторождения, как его оценивали финские геологи, особенно если дальнейшими работами оправдаются предположения, что в рускеальской структуре карбонатные породы и в том числе чистые известняки не образуют непрерывного пласта, а представляют собой отдельные будинированные линзообразные тела, залегающие в кристаллических сланцах, как это характерно для всего Приладожского района.

Собранные в 1945—1946 гг. поисково-опробовательскими партиями Ленгеолнерудтреста данные по карбонатным породам Приладожья (Шуркин<sup>[16]</sup>, Боровиков<sup>[3]</sup>) подтверждают подобного рода особенности прерывистого залегания чистых известняков и вообще углекислых пород среди сланцеватых толщ ладожской формации в юго-западной Карелии.

Новые данные о карбонатных породах побережья Ладожского озера между с. Импилахти и г. Питкяранта, по результатам детального картирования пегматитоносных полей этого участка К-Ф филиалом АН СССР (Шуркин<sup>[15]</sup>), дают такую же геологическую характеристику линзообразного залегания. Немagneзиальные известняки на этих участках развития карбонатных пород оказываются при этом, как правило, сильно скарнированными, т. е. с большим количеством скарновых силикатных минералов, а следовательно и с большим процентом нерастворимого остатка

(15—18%), делающего известняки непригодными в промышленном использовании их как сырья для получения нормальной извести.

Та же характеристика относится и к небольшим месторождениям к югу от Рускеала, напр. на 27-м километре шоссе Сортавала — Рускеала, к месторождению у с. Суури-Рюти, а также к многочисленным выходам скарированных известняков Приладожья между с. Импилахти и с. Кителя, у г. Питкяранта и на прилегающих здесь к побережью Ладожского озера островах.

В Приладожье только одно месторождение Новосенлампи (у с. Импилахти) еще могло бы считаться промышленно интересным, так как карбонатные породы здесь содержат не более 3% магнезии и до 7,5% нерастворимого остатка. Но все месторождение сложено мелкими линзами известняка, залегающими среди непромышленных скарных известняков. Добыча чистых известняков здесь возможна только кустарными приемами мелких выработок.

К северу от описанных месторождений юго-западной Карелии нормальные известняки известны в районе оз. Малого Янисярви на месторождении Уланваара (северо-западный угол озера), где десятки лет добывались для нужд металлургического завода в Вяртсиля известняки высокого качества (41,6—48,7% CaO и 1,2—2,6% MgO). В настоящее время это месторождение выработано и в нем остались только непромышленные скарные известняки с 43% нерастворимого остатка.

Выявленный Леннерудтрестом один участок карбонатных пород по соседству с Уланваара (в 1,5 км к северо-востоку), у хутора Линнуваара, может представить небольшой интерес как скромный источник кристаллического, частью доломитизированного известняка с колеблющимся содержанием извести в 28,64—48,64%, магнезии 1,48—10,15% и нерастворимого остатка 4,7—25,6%. Это месторождение представляет собой небольшую линзу, прослеженную на 120 м и залегающую среди черных глинистых сланцев.

Порода в целом пригодна только для производства так называемой тощей (магнезиальной), а не жирной воздушной извести.

Остается еще рассмотреть два известных месторождения чистых известняков в южной Карелии — Оленеостровское и Колодозерское.

Оленеостровское месторождение в Заонежье (на Ю. Оленьем острове) с давних времен служило предметом кустарной разработки чистого известняка и обжига его в небольших напольных печах на хорошую воздушную известь.

В настоящее время разведанный запас блоков чистого известняка, залегающих среди непромышленного доломита, только наполовину доступный по гидрогеологическим условиям, почти исчерпан; вторая половина запасов лежит ниже уровня Онежского озера и сильно обводнена благодаря фильтрации вод последнего. Необходимая часть месторождения давала выход чистого известняка всего в 35%. Поэтому Оленеостровское месторождение как серьезный источник сырья для воздушной извести учитывать нельзя (Немировская [8], Швец).

Колодозерское месторождение в Пудожском районе, у восточной границы Карелии у оз. Колодозеро, в обрыве нижней террасы р. Колоды; пласты известняка каменноугольного возраста, суммарной мощностью 2—3 м, были в 1937 г. разведаны Ленинградским отделением Горнотехнического треста. Среди них отмечается (Боровиков [3]) пласт известняков хорошего качества мощностью в 1,85 м, с содержанием магнезии 1,18% и нерастворимого остатка 2%. Первый и второй верх-

ние пласты по содержанию нерастворимого остатка (вместе с кварцем 21,80—44,80%) должны быть исключены из промышленного использования, остальные три горизонта породы являются пригодными для производства воздушной извести; из них два нижних (мощностью 1,85 м) пригодны и для производства жирной извести.

Запасы месторождения не ясны. Оно находится в очень неблагоприятных транспортных условиях (в 90 км к востоку от берега Онежского озера и устья р. Водлы).

Резюмируя сделанные выше характеристики известных к настоящему времени месторождений чистых известняков, можно прийти к заключению о реальной возможности создания в республике производства жирной воздушной извести в значительном объеме только на базе северных месторождений (Соваярви и Вуориярви) с их вероятными довольно крупными запасами при перспективе увеличения запасов в районе оз. Соваярви и может быть оз. Панаярви.

Как видно из сводной табл. 1 химических анализов карбонатных пород Соваярвского и соседнего Юманярвского месторождений, это поле северных месторождений следует рассматривать как комплексную базу сырья для получения всякого рода вяжущих стройматериалов (жирной и тощей магнезиальной извести, доломитовой извести и различного рода цементов). Такое комплексное использование месторождений Соваярвского района, несмотря на отдаленность его от железной дороги, улучшает его промышленную конъюнктуру.

Месторождение Вуориярви, ближе расположенное к железной дороге, также представляет интерес как комплексная база, так как с карбонатами здесь сочетаются и залежи железных руд промышленного значения.

Рускеальское месторождение может, конечно, дать некоторую долю сырья для производства жирной извести, но только в небольших количествах; его главное значение заключается в возможности получения магнезиальной извести из доломитизированных известняков и доломитов, в которых не заинтересована бумажная промышленность.

Так как экономические и транспортные условия северных месторождений чистых известняков для организации здесь крупных предприятий по добыче и обжигу на известь еще не очень благоприятны, то для получения в массовых количествах вяжущих стройматериалов первоочередную роль следует, очевидно, отвести месторождениям другого типа, т. е. месторождениям магнезиальных известняков и доломитов, расположенных в более благоприятных условиях для быстрого их освоения.

## 2. Месторождения магнезиальных известняков и доломитов

Известно, что с давних времен крупные строительства Ленинградской области в больших количествах используют магнезиальные вяжущие материалы, изготовляемые из богатых магнезией известняков и доломитов. Например, с этой целью разрабатываются и в настоящее время месторождения известково-магнезиальных пород у ст. Извара Балтийской ж. д. с содержанием  $MgO$  20,07% и нерастворимого остатка 2,75%, а также месторождения Молосковского, Угловского, Волосовского и других районов области с содержанием  $MgO$  17—20,3% и нерастворимого остатка 1,7—10,14%.

Однако следует отметить, что и в Ленинградской области, богатой доломитизированными карбонатными породами, строители долгое время относились отрицательно к применению доломитовых известей.

Такое сопротивление внедрению нового в практике строительства вида вяжущих материалов было результатом полного непонимания в различии свойств между чисто известковыми и доломитовыми известями: гидратация (и, следовательно, схватывание) первых происходит очень энергично, гидратация вторых идет значительно медленнее. Пользуясь для гашения доломитовых известей обычными методами, применяемыми для гашения кальциевой извести, естественно получали отход в 40—50% не погасившегося магнезиального обожженного сырья. Исследования в этой области показали, что наиболее эффективное использование доломитовых известей получается при употреблении ее в молотом виде (помол производится непосредственно на известковых заводах), когда практически отходов при гашении молотого продукта совсем нет.

В настоящее время изготовление молотых известей по способу, разработанному И. В. Смирновым, широко применяется в промышленности вяжущих материалов всего Союза.

Как известно, карбонатные породы, годные для производства магнезиальной и гидравлической извести, а также роман-цементов, пользуются на территории К-ФССР весьма широким распространением.

Химические анализы карельских карбонатных пород, представленные в табл. 1, показывают, что подавляющее большинство месторождений содержит именно сильно магнезиальные разности ( $MgO$  больше 10%) и частично настоящие доломиты, содержание  $MgO$  в которых колеблется в пределах 18—22%.

Согласно требованиям к сырью для производства гидравлической извести, содержание нерастворимого остатка (или  $SiO_2 + R_2O_3$ ) допускается до 21%.

Этому требованию удовлетворяют многие месторождения и притом достаточно большие для организации крупного предприятия по производству доломитовой (магнезиальной) извести и роман-цементов.

К сожалению, магнезиальные породы в К-ФССР до сих пор не привлекали к себе внимание как крупнейший в республике источник получения высокого качества вяжущих стройматериалов. Эти породы не изучались технологически и специально не подвергались разведке. Достаточно дать хотя бы и не полную характеристику таких пород, чтобы убедиться в серьезности их промышленного значения. В юго-западной Карелии в этом отношении прежде всего следует обратить внимание на район оз. Малое Янисярви с большими залежами карбонатных пород, среди которых ведущую роль играют мощные толщи доломитов на северном берегу озера и далее к востоку. Одно из месторождений, расположенное на п-ве Кинтсиниеми, десятки лет использовалось финнами на огнеупорное сырье для металлургического завода в Вяртсиля. В настоящее время бывшие финские разработки представляют крупный карьер, в котором для доменных печей добывался горизонт доломита мощностью в 8 м, с содержанием 19,22% окиси магния и 5,01% нерастворимого остатка.

В 1940 г. месторождение было опробовано (Нечаев<sup>[9]</sup>), и далее от него к востоку до хутора Проланваара прослежены еще 2 пачки доломитов суммарной мощностью в 23 м, залегающие непосредственно над кварцевой толщей и имеющие промышленный характер. Среднее (из 8 проб) содержание в этих пачках окиси магния было определено в 18,90%, а процент нерастворимых примесей колебался между 2,6 и 30,7% (среднее 11,80%). Месторождение не разведано, но запасы доломита в нем, местами очень высокого качества, должны быть весьма крупными.

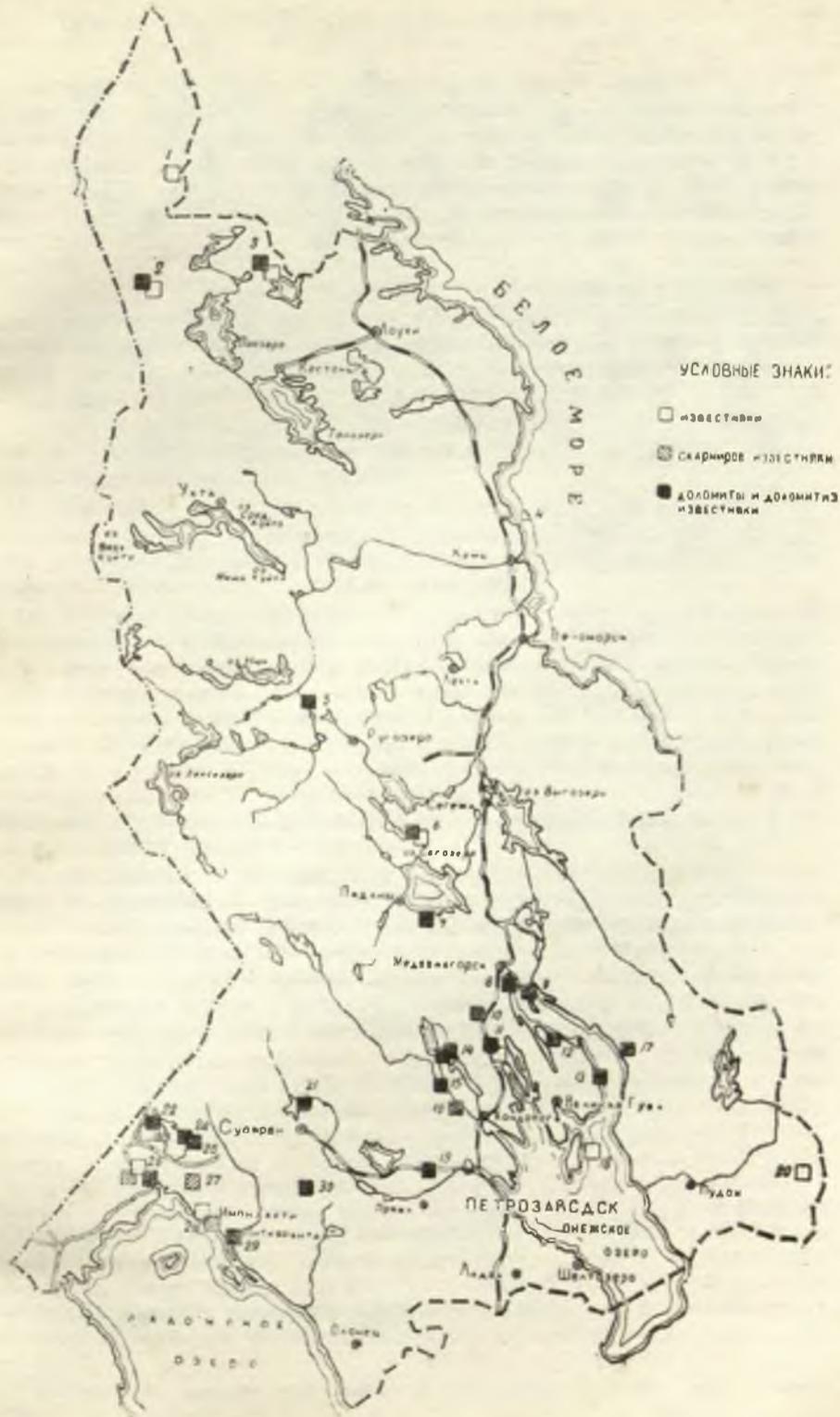


Рис. 1. Месторождения карбонатных пород в К-ФССР.

1—Вуориярви; 2—Сиваярви и Юман-ярви; 3—Кунас-озеро; 4—Кузема; 5—Келло-гора (Чирка-Кемь); 6—Елдозеро; 7—о-в Дюльмякя; 8—Пергуба; 9—Лумбуши; 10—Шайдома и Кяпесельга; 11—Лижозеро; 12—Шуньга; 13—Кузарандя; 14—группа Белой горы и Тивдин; 15—группа Пяозеро; 16—Мунозеро (Спаская губа); 17—Пальма; 18—Б. Олений о-в; 19—Виавян; 20—Колодозеро; 21—Суоярви (Коконез); 22—Уланаярви; 23—Линнуваара; 24—Китсиняэми; 25—Проланаярви; 26—группа Рускеала; 27—Суури-Рютти и Хити-ярви; 28—Невосялампи; 29—Хопуваара; 30—Мурдо-Сельга (р-н Тулодозера).

Соседнее Проланваарское месторождение на р. Совайоки у хутора Проланваара сложено доломитом, переслаивающимся с песчаником и глинистым сланцем при общей мощности всего разреза около 100 м. Залежь доломитов с очень крутым падением пород прослежена по простиранию на 2 км. По финским данным [18] доломит содержит 17,09% магнезии и 3,46% нерастворимого остатка. Месторождение также не разведано, но запасы качественного доломита должны быть и здесь очень крупными.

В том же районе отмечена еще одна пачка хорошего кристаллического доломита, мощностью в 10—12 м, залегающая на известняке у с. Линуваара. Доломит этого комплексного месторождения содержит 25,21% магнезии<sup>1</sup> и 5,96% примесей в виде нерастворимого остатка.

Северное побережье оз. Малое Янисярви, следовательно, можно считать очень крупной сырьевой базой качественного доломита с хорошими горно-техническими условиями и расположенной в достаточно удовлетворительных транспортных условиях.

Второй район не менее широкого развития доломитизированных известняков относится к северному побережью оз. Суоярви. Здесь прослежена дуга карбонатных пород, содержащая огромные запасы их, но совершенно не изученных и почти не разведанных.

По финским данным (Metzger [20]) известно только одно разведанное месторождение у с. Коккоинез, в котором имеются залежи доломита высокого качества: окиси магния 21,71%, нерастворимого остатка только 3,30% и окиси железа 0,62. Запасы этого месторождения должны быть очень крупными. Близость ж.-д. ветки Суоярви — Найстениemi, к которой примкнет Западно-Карельская ж.-д., а также возможный водный транспорт до ст. Суоярви по озеру улучшат промышленную конъюнктуру этого месторождения, которое должно сыграть большую роль в промышленном и бытовом строительстве западной Карелии, в части, прилегающей к новой ж.-д. трассе Суоярви — Гимолы.

Таким образом, в юго-западной Карелии, в районах указанных двух озер — М. Янисярви и Суоярви — имеются все геологические, технологические и экономические предпосылки для подготовки крупнейшей сырьевой базы для производства гидравлических вяжущих материалов.

На фоне описанных месторождений сырьевые ресурсы магнезиальных известняков в других районах южной Карелии, за исключением, может быть, старого и нового месторождений Рускеала, мало перспективны. Хорошие доломитизированные известняки старого месторождения Рускеала с содержанием окиси магния 16,33% и нерастворимого остатка 6,5%, могли бы служить ценной базой, если бы, как отмечено выше, месторождение не было так испорчено прежними беспорядочными и технически недопустимыми методами хищнической эксплуатации. Так как в этом Рускеальском месторождении имеются крупные запасы мраморовидного декоративного камня (скарнированные известняки и доломиты), с которым перемежаются пачки кондиционных, для получения вяжущего, доломитов и доломитизированных известняков, то, при комплексной разработке (включая мраморную крошку и мраморную муку) этого весьма крупного в Карелии источника карбонатных пород, его доломиты станут реальным сырьем для получения вяжущих материалов.

<sup>1</sup> Ненормально высокое для доломита содержание магнезии, однако, непонятно.

В Приладожье также нельзя рассчитывать на наличие значительных месторождений доломитов. Месторождение Хопунваара (к северо-востоку от г. Питкяранта) сложено доломитизированным известняком стандартного состава (окиси магния 10,60—19,20%, нерастворимого остатка 6,6—8,7%), но оно (Trüstedt [19]) почти выработано финнами и, кроме того, содержит многочисленные включения силикатов и других минералов, дающих в химическом составе неприемлемо высокий процент нерастворимого остатка; на невыработанных еще участках этого месторождения нерастворимый остаток составляет 43,8%.

В южной Карелии огромные площади в районах Гивдии, Белой горы, Пергубы, Кариострова, Лижмозера, Видан, Пяльмы и других заняты мраморовидными, также сильно доломитизированными известняками. Однако, как правило, этот тип карбонатных пород сильно окварцован и не отвечает техническим условиям как сырье для вяжущих.

Исключение из этой группы, может быть, составляют доломиты Лижмозерского месторождения, в которых, по единичным анализам, нерастворимого остатка содержится всего 3,3%; запасы породы хотя и не разведаны, но очень крупны. Остается неясным вопрос: по всей ли толще здесь выдержано небольшое содержание посторонних примесей.

Может быть соседнее у ст. Кяппясельга месторождение черного доломита, для которого вообще нет аналитических данных, представит также некоторый интерес.

В северной Карелии оз. Панаярви, Соваярви и другие содержат очень крупные запасы доломитов и доломитизированных известняков.

У оз. Соваярви обращает на себя внимание месторождение Юманярви, доломит которого содержит 17,3% магнезии и 8,8% нерастворимого остатка, при 2,3% полуторных окислов (железа и алюминия). Повидимому, запасы качественного доломита здесь весьма значительны. О качестве карбонатных пород в районе оз. Панаярви пока данных не имеется.

В связи с крупными разведанными запасами чистых известняков в месторождениях оз. Соваярви этот район может быть выдвинут как крупнейшая в республике комплексная база карбонатного сырья для вяжущих и для детальной разведки доломитовых месторождений, оставшихся почти неизученными до сих пор.

Таково состояние наших знаний о карельских ресурсах карбонатных пород, позволяющее сделать следующие важные для практических целей выводы по вопросу о сырье для производства вяжущих стройматериалов.

1) Карбонатные породы различного минерального состава и различной промышленной ценности, сосредоточены, главным образом, в южной и юго-западной Карелии. Северная Карелия в настоящее время, по мере развития здесь поисково-разведочных работ, становится второй базой с крупными запасами карбонатных пород. Центральная Карелия в этом отношении мало перспективна.

2) Геологические наблюдения, подкрепляемые химическими и отчасти минералогическими анализами, подтверждают прежние представления о сравнительно слабом развитии среди карбонатных пород Карелии чистых известняков, годных для получения нормальной воздушной извести.

3) Разведочные данные и изучение выходов чистых известняков указывают на линзовидный или изолированно блоковый характер их залегания среди других карбонатных пород. Выдержанного непрерывного пласта они не образуют; запасы этих месторождений трудно определимы; затруднительно также и их освоение.

4) Основным видом карбонатного сырья для производства вяжущих стройматериалов (гидравлической извести, доломитовой извести, романцементов) в Карелии следует считать магнезиальные известняки и собственно доломиты, на которые и необходимо ориентироваться при планировании организации местных сырьевых баз с лучшими геолого-экономическими показателями.

5) Положительной стороной такого вида карбонатного сырья, по сравнению с чистыми известняками, является пластовое залегание, его выдержанность на значительные расстояния по простиранию и сравнительно большие мощности пластов однородного состава. Постоянная перемежаемость последних с породами неоднородного состава и некарбонатными породами, а также часто крутые падения всего комплекса пород, составляющих месторождение, являются характерной особенностью доломитов и доломитизированных известняков.

6) Отрицательной стороной карбонатных пород Карелии является слабая сохранность их первоначального состава от воздействия метаморфизующих геологических факторов (скарнирование при контактных воздействиях, окварцевание при инфильтрации вторичного кварца, оруденение и пр.), что предопределяет необходимость применения выборочного метода эксплуатации почти на всех месторождениях.

7) Степень разведанности месторождений карбонатных пород Карелии с высоким содержанием магнезии как сырьевой базы для производства вяжущих стройматериалов, в особенности степень технологической изученности пород в этом направлении, далеко не достаточна, а для многих месторождений часто и совершенно отсутствует.

При таких условиях решать проблему создания своей мощной республиканской промышленности вяжущих материалов путем непосредственного освоения известных уже месторождений преждевременно.

8) Большинство месторождений карбонатных пород в Карелии должно учитываться и по возможности осваиваться как месторождения комплексного сырья для производства вяжущих, как источник каменного строительного и декоративного материала и, в отдельных случаях, как сырьевая база для ведения металлургического процесса (доломиты) и, возможно, как сырьевая база химического (получение магнезиальных препаратов и металлического магнезия).

9) Хотя имеющиеся в настоящее время сведения о запасах, составе и технологии этих пород далеко не достаточны для планирования работ по промышленному освоению тех или иных месторождений, можно, однако, с уверенностью признать, что К-ФССР далеко не бедна карбонатным сырьем (известняками, доломитизированными породами и чистыми доломитами) для производства вяжущих стройматериалов. Природные ресурсы этого важного для народного хозяйства сырья смогут обеспечить потребности республиканского строительства, если само сырье и его месторождения будут предварительно изучены геологически путем детальных разведок, химически и минералогически и, наконец, технологически на наиболее перспективных и уже определившихся как возможные крупные базы объектов.

10) Так как высококачественные кальцитовые известняки, как теперь выясняется (Страхов [1<sup>3</sup>]), анализом процесса осадконакопления в истории земной коры, в древнейших геологических формациях докембрия не могли пользоваться широко развитием в эту эру полного отсутствия фауны беспозвоночных — главных ассимиляторов извести из морских растворов и главных строителей чистых известняков, — то редкость на-

хождения мощных и промышленно перспективных месторождений в К-ФССР становится понятной.

Химическая же садка карбонатных пород в морских бассейнах докембрия вообще и в частности К-ФССР, при условии постоянного совместного нахождения в растворе их вод магния и кальция (см. там же) одновременно, по необходимости протекала по линии известково-магнезиальных, а не чисто кальциевых карбонатных пород.

## II. ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ

Производство нормального цементного вяжущего материала (портланд-цемента), как известно, требует помимо карбонатного компонента (известняка), также и глинистой составной для совместного обжига.

В идеальном случае портланд-цемент получается непосредственно из известковых мергелей (соответствующих естественной смеси известняка и глины), не требующих добавки того или иного компонента цементной шихты. Примером такого комплексного цементного сырья могут служить знаменитые мергелистые породы Новороссийска и мергели Донбасса.

### 1. Глины

Цементные глины должны содержать полуторных окислов (железа и алюминия) не менее 20—28% при соотношении 1:2, кремнезема 58—69%, извести до 3,28% и магнезии до 2,40%. Потеря при прокаливании глин должна находиться в пределах 3,5—6,3% (Кинд [5]).

По механическому составу цементные глины содержат преимущественно мелкие и тонкопылеватые фракции, а по минералогическому составу — значительные количества собственно глинистого (каолинитового) вещества.

Таковы обычные технические условия для цементных глин, огнеупорность которых не должна быть ниже 1000°, отношение  $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 = 1,7—4,0$ , а отношение  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 1—3$  (глиноземный модуль).

Посмотрим, в какой степени карельские глины удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сырью для производства портланд-цемента.

Глинистые материалы К-ФССР, изучавшиеся до сих пор с точки зрения пригодности их, главным образом, для кирпичного производства, принадлежат трем генетически обособленным группам осадочных образований: 1) глины озерно-ледникового происхождения с ленточным (полосчатым) строением, 2) глины морского происхождения — осадки межледниковых и послеледниковых морских трансгрессий, также иногда имеющие ленточное строение, и 3) глины валунные (моренные) — валуноглинистые отложения среди других ледниковых образований.

Озерные и морские глины пользуются в К-ФССР широким развитием: озерные — главным образом в прибрежных районах современных озерных водоемов, морские — в районах Беломорского побережья и в полосе, некогда занятой Иольдиевым морем (между Финским заливом и Белым морем). Эти два генетических типа глин представляют основной ресурс глинистых материалов, имеющих практическое значение.

Глины валунные, ледникового происхождения, с преобладанием грубых фракций, ни по качеству, ни по запасам не могут идти в сравнение с указанными выше типами глин.

Разведанный запас озерных и морских глин в К-ФССР позволяет

считать, что в Карелии имеется действительно огромная сырьевая база глинистых материалов.

Вещественный состав этих глин характеризуется химическими анализами, приведенными в табл. 2.

По своим химическим показателям обе группы глин отвечают техническим условиям как сырье для портланд-цемента. Их главнейшие для цементного производства показатели (силикатный и глиноземный модули) колеблются в обычных пределах технических требований на такого рода сырье.

Однако карельские глины не изучены со стороны их минералогического состава и приведенные в табл. 2 благоприятные показатели могут и не удовлетворять основному требованию высокого содержания собственно глинистого вещества, за счет которого при обжиге цементной шихты и возникают продукты с вяжущими гидравлическими свойствами.

Правда, успехи современной технологии вяжущих указывают, что заменителями глинистого (каолинитового) вещества в глинах могут быть и другие алюмокремневые соединения из минеральной группы полевых шпатов или, может быть, и слюд. Это, однако, надо проверить для изученных месторождений чисто экспериментальным путем.

В К-ФССР многие глины озерного происхождения, повидимому, не содержат собственно глинистого вещества, а как раз содержат в тонкой фракции полевые шпаты, кварц и слюды. Примером могут служить кирпичные глины Соломенского месторождения, которые по минеральному анализу состоят на 75—80% из кварца, 10% слюды, 5% полевых шпатов и до 10% из опаловых скелетиков диатомовых водорослей.

Таким образом, решение проблемы получения вяжущих на основе карельских глин требует еще специальных и детальных исследований не только в отношении их элементарного и минералогического состава, но и в отношении таких физических свойств, как пластичность или зыбкость, температура спекания и плавления, механический состав и пр. Именно физические свойства играют часто решающую роль при оценке промышленной годности той или иной глины, в частности для производства вяжущих материалов типа портланд-цемента.

Иногда окончательное решение вопроса о возможности использования глин в том или ином направлении может быть получено только изготовлением опытных изделий из промпродукта.

Карельские глины как сырье для получения портланд-цемента почти совершенно не изучались, если не считать глин для цементного завода у ст. Летняя Река.

До производства всесторонних исследований карельских глин озерного или морского происхождения пока можно высказать только общие соображения на основании имеющихся скудных химических данных и сопоставления их с химической характеристикой хорошо известных глин других месторождений, используемых на цементных заводах в разных районах СССР.

Повидимому менее благоприятные в этом отношении будут ленточные зыбкие, мало пластичные глины — осадки озерных бассейнов межледникового и послеледникового времени. По условиям своего образования эта группа глин должна отличаться значительной неоднородностью строения (с наличием грубых фракций) и непостоянством состава, в котором, как это показал минералогический анализ глин Соломенского месторождения, свободный кварц может даже доминировать над другими мине-

Таблица 2

## Химический состав карельских глин

№№ п.п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	Пот. прок.	Модуль	
								силик.	глиноз.
Озерные (ленточные) глины									
1	58,73	18,39	8,70	2,94	3,52	3,70	5,08	3,4	2,1
	69,01	14,59	4,63	1,98	1,99	3,20	3,24	3,6	3,2
2	61,43	18,36	7,76	2,13	3,15	3,00	4,36	2,4	2,4
3	70,94	16,98	4,27	2,20	2,20	—	—	3,3	3,9
4	62,04	21,47	7,13	2,60	3,64	—	—	2,2	3,0
5	60,84	16,52	7,80	3,11	1,76	—	—	2,5	2,1
6	63,00	16,00	7,00	2,50	2,50	—	4,00	2,7	2,3
Морские глины									
7	62,08	21,79	6,51	2,70	3,26	0,99	2,58	2,2	3,3
8	59,00	17,90	6,80	2,60	3,20	—	2,60	2,4	2,6
	59,14	21,81	7,15	2,70	5,58	—	—	2,0	3,0
	61,74	16,18	8,42	4,10	4,40	2,13	2,79	2,5	2,0
9	57,72	15,00	6,60	4,48	3,93	—	6,48	2,0	2,3
10	52,50	25,00	6,50	2,45	3,75	1,90	4,18	1,7	3,8
11	54,54	21,10	8,15	6,05	5,83	—	—	1,5	2,6
12	60,44	20,64	6,68	3,56	5,06	—	—	2,2	3,0
13	61,48	15,87	5,83	5,00	3,07	4,01	3,87	—	—
14	57,24	16,94	6,66	6,3	2,89	5,38	3,68	—	—
15	56,36	16,71	7,49	7,6	4,88	3,39	3,44	1,44—2,70	0,91—2,90
16	61,74	16,18	8,42	4,40	4,42	—	2,79	—	—
17	49,71	19,36	10,26	2,26	4,97	3,97	6,42	1,7	1,8

Примечание: Озерные глины: 1 — Олонецкое месторождение; 2 — Солдменское; 3 — Лумбушское; 4 — Шайванское (северный берег Онежского озера); 5 — о-в Климецкой на Онежском озере; 6 — Кондопожское (у ст. Кондопога). Морские глины: 7 — Сосновецкое; 8 — Тунгудское (у ст. Тунгуда); 9 — Летнереченское; 10 — Чулинское; 11 — Кемское (у ст. Кемь); 12 — Соракское (у ст. Беломирск); 13—16 — Летнереченское; 17 — Подужемское (синие пластичные глины).



Рис. 2. Месторождения глинистых пород, диатомитов и вулканических туфов в К-ФССР.

- 1 — Олангское; 2 — Чупинское; 3 — Ухтинское; 4 — Юшкозерское; 5 — Няля-суо; 6 — Суури-суо; 7 — Кемское; 8 — Подужемское; 9 — Шуерепкое; 10 — Шижженское; 11 — Сосновецкое; 12 — Летнереченское; 13 — Сондяльское; 14 — Куламогубское; 15 — Чудозерское; 16 — Кондопожское; 17 — Сунское; 18 — Гомсельга; 19 — Шуйское; 20 — Соломенское; 21 — Суляжгарское; 22 — Голиовья; 23 — Ласоснисное; 24 — Горно-Шелтозерское; 25 — Рюкю; 26 — Янис-йоки; 27 — Сортавалльское; 28 — Кителя; 29 — Оппоя; 30 — Хепосияяисвя; 31 — Сороялсан; 32 — Хикнильйоки; 33 — Олонецкое.
- II. А. Мергельистые сланцы  
1 — Палосельское; 2 — Кривоозерское; 3 — р. Елганга.
- Б. Глинистые сланцы  
4 — Лычный о-в + Ерши; 5 — Спасская губа; 6 — Дворец; 7 — о-в Климецкой; 8 — Великая губа; 9 — Куларанда; 10 — Шуйма; 11 — Няозеро; 12 — Кочкома; 13 — оз. Елаозеро; 14 — оз. Кукасозеро; 15 — Суоярви; 16 — Куломозеро.
- III. Диатомиты  
1 — Кябельское.
- IV. Вулканические туфы  
1 — Суоярви о-в; 2 — Видлиское.

ральными компонентами не глинистого состава (слюда, полевой шпат, диатомит), при полном даже отсутствии собственно глинистого вещества.

Наличие и даже обилие свободного кварца в глинах правда не исключает эти глины из серии промышленного цементного сырья. При постройке Днепрогэса, как известно, для производства цемента на местном сырье применялась каолиновая глина с 30% свободного кварца, и вяжущее получилось исключительной прочности (Рояк [10]). Отсутствие или недостаток глинистого вещества в составе глин может компенсироваться другим алюмо-кремневым соединением, так как у таких глин эти соединения с успехом вступают в термохимическую реакцию с известью, в результате которой и получается алюмо-кальциевый силикат, являющийся основой вяжущих свойств цемента.

Механический состав карельских озерных глин характеризуется сильными колебаниями в содержании мелких фракций (0,01—0,005 мм 20—60%; < 0,005 мм — 18—68%); в этом заключается их основной недостаток. Пластичность этих глин невысока (2,9—3,0). Огнеупорность озерных глин Карелии — в пределах 1140—1180°, в редких случаях выше (напр. для Олонецкого месторождения 1220—1250°).

Озерные ленточные глины Карелии обычно залегают на размытой морене в низких местах и имеют водоупорную постель, вследствие чего они часто сильно пропитаны водой. Мощность озерных глин 4—9 м, редко доходит до 15 м.

Морские глины Карелии обладают более однородными физическими и химическими свойствами. Площади распространения и запасы глин морского происхождения значительно больше, чем для озерных глин.

Сравнительно выдержанный механический состав морских глин (частиц в 0,01—0,005 мм 40—48%; 0,005—0,001 мм 15—16%; < 0,001 мм 25—48%) и, с другой стороны, высокое содержание иловатых и глинистых фракций обуславливают их довольно высокую (5,1—5,6) пластичность. Огнеупорность морских глин колеблется в пределах 1030—1050°.

Именно на морские глины и следует ориентироваться при решении в Карелии проблемы вяжущих материалов типа портланд-цемента (Рояк [10]).

Благоприятным показателем для планирования работ по освоению месторождений глин озерного и морского происхождения является сравнительно большая степень разведанности их.

Приведенный в табл. 2 список месторождений глин в Карелии относится только к залежам, сколько-нибудь изученным в отношении их химического и механического состава, по площади их распространения, условиям их залегания и по опробованности или разведанности. Здесь не рассматриваются зыбкие глины ряда крупных разведанных месторождений, не имеющие, к сожалению, химической характеристики — важного качественного показателя для цементных глин.

Несомненно много месторождений остаются еще не выявленными и не исследованными, — среди них могут оказаться очень крупные месторождения большого промышленного значения. Например, у с. Подужемья на р. Кеми у самого Подужемского падуна осмотренные в 1949 г. три речные террасы оказались сложенными из серых и коричневых, очень пластичных (морских?) глин, видимая мощность которых (до уровня р. Кеми) достигает местами 20 м, а площадь их развития прослежена на 6 к. км; тонкая фракция (< 0,005 мм) определена в 82,5%. В районе с. Оппола (Куркийокский район) бурением установлена крупная залежь ленточных глин, мощностью в среднем 12 м.

## 2. Глинистые сланцы

Вопрос о наличии в К-ФСР других видов глинистого сырья — мергелей (известково-глинистых или известково-магнезиально-глинистых пород) и собственно глинистых сланцев, удовлетворяющих техническим условиям для получения цементных материалов, до сих пор специально не ставился и не изучался. Поэтому наши сведения об этом виде сырья для вяжущих весьма скудны или совершенно отсутствуют, что, конечно, не обозначает отсутствия их в промышленных залежах на территории республики.

Несомненно, что среди карбонатных пород в Карелии встречаются и их сланцеватые разновидности; самая сланцеватость их, может быть, обусловлена также и присутствием в их составе глинистых материалов. Такого рода мергелистые породы известны, например, в Палосельском месторождении мрамора (Тивдийско-Лижмозерский район развития последних). В этом месторождении, расположенном в 1,5 км к югу от д. Палосельга, под названием «глинистые сланцы» или «полосатые плиты» издавна кустарно разрабатывались в качестве декоративного и поделочного камня розовые, оранжевые и шоколадной окраски сравнительно мягкие карбонатно-глинистые породы, которые, однако, не были изучены ни минералогически, ни химически.

В 0,5 км от Белогорского месторождения мрамора у оз. Кривозеро еще исследователями XIX в. отмечался глинисто-карбонатный сланец состава:  $\text{SiO}_2$  51,7%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  12,98%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,56%;  $\text{FeO}$  2,67%;  $\text{CaO}$  8,17%;  $\text{MgO}$  5,75% и щелочей 7,3% (Тимофеев [14]).

Такая порода у старых геологов (Гельмерсен [4]) получила даже особое название — «кривозерит», который представляет собой доломитово-глинистый сланец, содержащий в качестве алюмосиликатного компонента главным образом полевой шпат, а не собственно глинистое вещество.

В том же Тивдийско-Лижмозерском районе глинисто-карбонатные породы более массивного строения были встречены по р. Еланге, в 14 км от ст. Кяпесельга. Химико-минералогическая характеристика их, однако, отсутствует.

Все эти глинисто-карбонатные породы едва ли могут представить промышленный интерес для портланд-цементного производства, так как карбонатный их компонент относится к доломитовому типу.

Такого рода мергелистые, сильно магнезиальные породы, однако, могут быть использованы для производства доломитового цемента (роман-цемента), и в этом отношении они заслуживают более подробного изучения с точки зрения химического и минералогического их состава и технологических свойств как сырья для производства вяжущих материалов.

Значительно большее внимание должны привлечь другие глинистые породы Карелии, обычно объединяемые под названием «глинистые сланцы».

Для цементного производства, как известно, глинистые сланцы представляют особый интерес по сравнению с глинами, благодаря плотности, отсутствию грубых примесей, незначительной влажности и сравнительной выдержанности химического и механического состава. Преимущества глинистых сланцев перед глинами заключаются также в возможности их совместного с известняками дробления, в удобстве хранения в складах, незамерзаемости и пр. Качество цемента на глинистых сланцах как заместителя глин получается особенно высоким [10].

Глинистые сланцы пользуются широким распространением в областях развития протерозойских образований Карелии; они образуют мощную (более 1000 м) комплексную толщу пород, в основании которой лежат сильно метаморфизованные черные шунгитовые сланцы, богатые органическим веществом (содержат углерода от 10 до 40%); шунгитовые сланцы покрываются свитой собственно глинистых сланцев, менее метаморфизованных и более бедных органическим материалом, окрашенных в пепельно-серые, зеленоватые, фиолетовые цвета; иногда окраска их носит пятнистый характер.

Оба типа сланцев (черные шунгитовые и пестрые глинистые сланцы) представляют собой два различных генетических типа пород: черные шунгитовые сланцы по условиям залегания и по характеру более интенсивного метаморфизма связаны с альбит-роговообманковыми диабазами заонежского типа; менее метаморфизованные пестрые, более светлые глинистые сланцы приурочены к диабазовым эффузиям суйсарского (авгит-порфиритового) типа. К последним примыкают и метаморфизованные туфогенные породы также сланцеватого сложения — вулканические туфы, которые ниже будут рассмотрены особо.

О вещественном составе глинистых сланцев обоих типов мало что известно. Химические анализы имеются только для шунгитовых пород (табл. 3) Заонежья и Кочкомы и глинистых (шиферных) сланцев Кондопожского района у оз. Нигозеро.

Таблица 3

№№ п.п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	Пот. при прок.	Силикатный модуль
1	37—71	5—19	10—14	0,4—12,0		4—8	10—40	—
2	50,41	18,73	18,44	2,48	4,30	—	4,23	1,4
3	50,65	21,47	15,80	1,61	3,39	—	4,14	1,4
4	53,29	23,38	5,13	2,60	2,90	—	3,32	1,5

Примечание: 1 — черные шунгитовые сланцы Шунгского и Кочкомского месторождения; 2 — темносерые глинистые сланцы Нигозерского месторождения (среднее из 2 случайных проб 1949 г. К-Ф Министерства строительных материалов); 3 — то же, среднее из 4 технических проб разведки Леннерудтреста 1947 г. (Шустов); 4 — глинисто-карбонатный сланец месторождения Палосельга (Борисов, 1950).

Оба вида сланцев широко распространены главным образом в южной Карелии, начиная с западной части ее (район оз. Суоярви и оз. Туломозеро) и кончая восточным побережьем Онежского озера (район р. р. Паши и Кочкомы к востоку от с. Челмужи).

Шунгитовые сланцы занимают обширные площади, особенно в Заонежье и в бассейне р.р. Паши и Кочкомы. Выходы этих черных сланцев известны также в окрестностях Спасской губы, о-ва Климецкого на Онежском озере, в районе ст. Кондопога, на оз. Сандал (о-в Лычный и д. Ерши), в районе северо-восточной части оз. Суоярви в юго-западной Карелии и в виде исключения в одном пункте северной Карелии (оз. Кукаозеро).

Светлые глинистые сланцы, иногда пестрой окраски, отмечены в районе с. Челмужи, в Спасогубско-Кончезерском районе у д.д. Габ-

озеро, Спасская губа, Вот-Наволок, Муозеро, Дворец и др. Мощные пачки (до 15—20 м) этих сланцев выходят в центральной Карелии на восточном берегу оз. Елмозеро в непосредственном соседстве с Елмозерским месторождением карбонатных пород (в том числе и чистых известняков); повидимому здесь запасы глинисто-сланцевых слабо метаморфизованных пород очень крупные, но месторождение совершенно не изучалось.

По приведенным в табл. 3 анализам меньший интерес как глинистое сырье для цементного производства представляют шунгитовые сланцы Шунгского и Кочкомского месторождений благодаря очень высокому (10—40%) содержанию органического вещества в форме углерода (шунгита), нередко высокому содержанию свободного кварца (кремнистые, очень твердые сланцы типа лидита) и окиси магния.

Минералогический состав (Крыжановский [6]) этих сланцев показывает, что неорганическая часть их составлена, главным образом, из кварца и полевых шпатов, что объясняет содержание в них щелочей до 8%.

Переходным типом пород от черных шунгитовых сланцев к бесшунгитовым являются темносерые глинистые сланцы Нигозерского месторождения с более высоким содержанием глинозема, малым количеством извести и магнезии и малой потерей при прокаливании. Силикатный модуль Нигозерских сланцев — 1,4, глиноземный модуль — 1,4, что позволяет рассматривать такого рода глинистые породы как вполне годные для производства портланд-цемента сырье, и на них с этой стороны следует обратить серьезное внимание. Окраска их обуславливается присутствием небольшого количества шунгита.

О собственно глинистых пестрых сланцах, не содержащих в своем минеральном составе шунгитового вещества, к сожалению, никаких аналитических данных не имеется. Можно только догадываться, что эти слабо метаморфизованные протерозойские породы приближаются к более или менее нормальным глинистым сланцам, в которых алюмо-кремневый компонент представлен действительно глинистым или, по крайней мере, гидрослюдистым материалом. Как раз эти сланцы и должны представлять наибольший интерес.

Ресурсы в южной Карелии такого типа бесшунгитовых глинистых сланцев не изучены и месторождения их не разведывались.

Несмотря на такие недостаточные данные по химической характеристике так называемых глинистых сланцев южной и центральной Карелии, можно ожидать, что, при более детальном геологическом обследовании указанных выше районов их распространения и при соответствующем изучении их вещественного состава, в республике окажутся крупные запасы такого типа глинистых сланцеватых пород, которые, как показывает состав нигозерских сланцев, вполне отвечают техническим условиям как сырье для портланд-цемента, обладающее к тому же целым рядом технических преимуществ по сравнению с глинами, как уже отмечено было выше.

### III. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ

В производстве вяжущих строительных материалов как воздушных, так и гидравлических, большую ценность представляют некоторые горные породы, которые без предварительного обжига прибавляются в виде

молотого порошка к извести и цементам, значительно повышая их вяжущие свойства.

Такого рода породы, как отмечено выше, носят название «гидравлических добавок» и по своему составу и происхождению относятся к различным петрографическим группам полезных ископаемых: одни из них принадлежат к органическим по своему происхождению кремнеземистым осадочным образованиям, как, например, диатомиты, трепел, другие являются также осадочными уплотненными породами, но вулканического происхождения, напр. вулканические туфы, пуццоланы, трассы, сложенные силикатными минералами.

Территория К-ФССР не лишена и такого рода сырья для получения вяжущих; сюда относятся диатомиты и вулканические туфы, к поискам и исследованию состава которых до сих пор с интересующей нас точки зрения не подходили, почему сведения об этих породах также весьма ограничены или совсем отсутствуют.

Диатомиты в Карелии представляют собою современные или последние ледниковые отложения кремнеземистых (опаловых) микроскопических скелетиков диатомовых водорослей, отложившихся и, несомненно, отлагающихся и в настоящее время на дне мелких водоемов с проточной водой (озер, ламбин) или на дне торфяных болот (заросших или зарастающих озер).

В отличие от отвердевших залежей диатомита более древнего происхождения в других районах СССР и в зарубежных странах, карельские, как и соседние на Кольском полуострове, диатомиты являются более или менее уплотненными или даже взвешенными в воде белыми иловатыми массами, которые залегают непосредственно под водой или прикрыты слоем торфа или песка.

В К-ФССР, с ее огромными заболоченными пространствами, с многочисленными мелкими озерами и лесными ламбинами, такие образования должны быть очень широко развиты и их месторождения должны встречаться почти повсеместно.

Однако специальных поисковых работ на это полезное ископаемое не велось, хотя диатомиты представляют большой практический интерес не только как строительный материал (диатомитовые кирпичи, гидравлическая добавка для вяжущих), но и как термоизоляционный материал, как белый наполнитель вместо мела, гипса, барита и талька в бумажном и резиновом производствах, а также как полирующий материал, поглотитель и пр.

Единственным, сколько-нибудь изученным карельским месторождением является Кябельское у с. Кябели в 35 км к юго-западу от районного центра Кестеньга. Здесь была опробована группа небольших лесных ламбин и озер (оз. Валкиламба, оз. Верхнее и Нижнее Сулаламба и др.) и установлены на дне их оветложелтые и светлосерые желеобразные залежи диатомита слоем до 5—6,5 м мощности, который при высыхании превращается в рыхлую, пористую, плавающую на воде породу. После обжига последняя становится белой. Содержание в кябельском диатомите главного компонента  $\text{SiO}_2$  колеблется в пределах 68,34—85,12%, при содержании полуторных окислов ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) в 2,48—2,64%, извести 0,96—2,84% и при потере после прокаливания 9,85—24,14%.

Диатомит такого состава следует признать высокосортной гидравлической добавкой, для которой в СССР установлен следующий стандарт:  $\text{SiO}_2$  не менее 60%, глинистых примесей не более 20%.

Промышленной разведке месторождение не подвергалось.

Перспективы открытия новых аналогичных месторождений в Карелии, особенно в северной ее половине, весьма положительны. В частности, обширные заболоченные пространства вокруг крупных озерных водоемов (напр. оз. Топозеро и др.) представляют в этом отношении большой интерес для постановки поисковых работ по примеру Мурманской области, где в советское время было открыто более 100 месторождений с большими запасами подводных скоплений игловатого диатомита.

На территории Карелии существует и другой тип залежей диатомитовых пород (тип диатомитовых глин) в сухопутных условиях залегания. Так, в Олонецком районе по обоим берегам р. Олонки, в 5 км от Ладожского озера известно крупнейшее в К-ФССР Ильинское месторождение диатомитовых плотных глин, залегающих среди песков. Порода для получения качественной гидравлической добавки требует, однако, обогащения, хотя в естественном виде она пригодна для других целей (производство диатомитового кирпича).

Диатомовые глины, повидимому, не редкость в Карелии; они отмечались по р. Суне, на оз. Тумасозере, на оз. Пенинга, в районе д. Гомсельга и др.

Скелетики диатомей часто встречаются в молодых ленточных кирпичных глинах (напр. в Соломенском месторождении до 10%). Такого рода залежи плотных диатомитовых пород вполне вероятны в Карелии и специальные поиски их месторождений могут выявить и породы стандартного (для цементного производства) состава.

Не меньший интерес в качестве гидравлических добавок могут представить и вулканические породы — туфо-сланцы. Они широко развиты среди вулканических образований так называемого Суисарского вулканического комплекса (на о-ве Суисари к северо-востоку от Петрозаводска), сопровождаемая здесь диабазовые лавы. Туфы этого месторождения представляют слоистые скопления рыхлых продуктов вулканических выбросов. Они известны также в районе с. Виданы, д. Гомсельги, оз. Гальозера (южная граница) и далее к северу в районе Кончозера, Кондопоги, Вотнаволока и до с. Вегорукса.

Только одно месторождение на о. Лайвострове (в Кондопожской губе Онежского озера) подверглось разведке на строительный камень (плиту). Специальные поиски и изучение технологических свойств туфосланцев пока отсутствуют. А между тем запасы вулканических туфов на указанной территории их развития огромны и значение их как аналога пуццолан и трассов, этих классических видов гидравлических добавок, в решении проблемы вяжущих в К-ФССР, вероятно, не следует недооценивать, а следовательно необходимо изучить технологические свойства и запасы этих пород. Следует также вспомнить, что в качестве простейшей кислой гидравлической добавки в цементном производстве может с успехом применяться и специально (при 600—800°) обожженная глина; такого рода продукт в СССР получил название «глинит», а самые известковые пуццолановые цементы, составленные на основе обожженных глин, именуются у нас «глинит-цементами».

Ленточные и морские глины К-ФССР могут служить прекрасным исходным сырьем для производства глинит-цементов, тем более, что для производства кислой гидравлической добавки могут быть использованы в широком диапазоне глинистые породы, в том числе и малоглиноземистые породы, как это иллюстрируется химическим составом глин, применяемых в СССР на заводах глинит-цемента (табл. 4).

Таблица 4

№ п.п.	Заводы	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Пот. при прок.	Примечания
1	Урал . . .	46,34	35,39	2,85	0,41	0,70	—	—	14,08	Каолинистая глина.
2	Азербайджан . . .	48,67	15,34	10,12	10,34	3,60	0,20	—	11,12	Мергелистая глина.
3	Кашперово	34,47	10,28	3,95	20,75	1,31	3,82	3,51	20,00	Песчаный мергель.
4	Киев . . .	51,94	10,75	4,16	15,74	0,55	2,64	—	14,43	Спондиллов. мерг. глина.
5	Запорожье	61,01	25,75	1,43	1,24	0,40	—	—	9,87	Каолинистая глина.
6	Сталинград	68,57	10,76	4,50	4,97	1,79	—	—	6,54	Песч. глина.
7	Прилуки .	73,40	10,74	2,76	3,20	0,20	—	—	5,54	То же.
8	Петр.-Разум. . .	70,82	14,86	7,22	1,50	1,18	0,60	—	3,46	.

#### IV. ПОЛЕВОШПАТОВЫЕ ПОРОДЫ

При обсуждении вопроса о сырьевых ресурсах К-ФССР для производства вяжущих материалов нельзя обойти молчанием полевошпатовые породы республики как реальный и неограниченный источник для производства портланд-цементов с высоким модулем кремнезема.

В первую очередь может идти речь о жильных пегматитах и аплитях Карелии, огромные запасы которых сосредоточены в южной Карелии (Приладожский район пегматитовых полей), в центральной части республики (в Сегозерском районе — Остерозерское пегматито-аплитовое поле) и в особенности в северной Карелии (Чупинско-Чернореченский и Лоухский районы), где сосредоточены сотни месторождений пегматита.

Один из авторов настоящей статьи не раз отмечал [2], что огромные залежи негодных для керамической промышленности пегматитов в Карелии или так называемой пустой породы в отвалах пегматитовых месторождений, разрабатывавшихся на керамическое полевошпатовое сырье и слюду, могут служить исходным материалом для получения так называемых полевошпатовых портланд-цементов. Зарубежный опыт производства такого рода вяжущих материалов (обжиг пегматита или полевошпатовых пород с известняком) подтверждает практическую целесообразность применения этого метода и у нас.

Еще в 20-х годах текущего столетия шведский инженер Юнгер взял патент на производство полевошпатовых цементов (обжиг при 1400—1450°; 1 часть полевого шпата и 3 части известняка) с попутным улавливанием летучих щелочей (калия и натрия) для нужд удобрения почв.

В 1926 г. по этому принципу в Норвегии начал работать крупный цементный завод в Бревике (Dahlen — Portland-Cement Fabrik), на котором вместо глины или мергеля был использован пегматит о. Бёре в смеси с известняками соседнего месторождения. Состав пегматитового сырья для этого цементного завода: 76% кремнезема, 13% глинозема, 4% окиси калия (пегматит был микроклиновый). Как видно из приведен-

ного анализа, пегматитовое сырье характеризуется высоким силикатным модулем:  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 5-6$ , против  $2,5-3$  в обычных глинистых материалах, стандартных для цементного производства. Немцы широко пропагандировали перед последней мировой войной аналогичные цементы, получившие в Германии название Granit-Zement, с использованием гранитов вместо гранитных пегматитов, о которых идет речь в настоящей статье.

Пегматиты Карелии (Борисов [2], Никитин, Метцгер [20], Лабунцов [7]) имеют состав, приведенный в табл. 5.

Таблица 5

## Химический состав карельских керамических пегматитов

№ № п.п.	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	Силикатный модуль
1	70,26	18,18	0,15	2,88	0,07	1,47	5,56	3,8
2	74,36	13,41	0,77	0,89	0,29	6,10	3,57	5,2
3	75,36	13,69	0,28	0,67	0,10	7,02	2,63	5,4
4	76,99	12,62	0,44	0,74	0,10	6,50	2,36	5,9
5	71,32	15,93	0,15	1,12	0,14	10,45	1,51	4,4
6	73,85	14,49	0,88	0,99	0,26	4,47	4,45	5,2
7	75,80	13,93	1,03	1,80	0,36	4,26	3,02	5,0
8	76,05	14,67	0,41	2,27	0,20	2,71	4,49	5,1
9	76,55	15,50	0,12	0,90	0,15	3,84	3,76	5,1
10	75,76	15,25	0,40	0,72	0,08	4,39	3,45	4,8
11	72,48	15,32	0,32	0,72	0,27	9,34	1,80	4,6
12	81,22	11,35	0,21	0,64	0,40	3,79	2,53	7,0

Примечание. Анализы 1—4 относятся к пегматитам северной Карелии (Чупинско-Черно-реченский район), анализы 5—9 характеризуют пегматиты Приладожья (Питкярантский район), а 10—12 принадлежат пегматитам месторождения Улялеги (Приладожский район).

Некерамические пегматиты Карелии отличаются от керамических только загрязненностью их железистыми минералами; количество  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в них повышено до  $1,5-2\%$ , чаще, однако, не превышает  $1-1,5\%$ . Такого рода пегматиты, нуждающиеся в обогащении при использовании их в производстве фарфора, для цементного производства вполне пригодны в естественном виде.

Запасы таких некондиционных для тонкой керамики и фарфора пегматитов в указанных выше трех районах представляют практически почти неисчерпаемую сырьевую базу для полевошпатовых цементов (взамен глины и глинистых сланцев).

В центральной Карелии в Сегозерском районе на берегу оз. Остер и оз. Паштозеро выявлено обширное поле аплитов, содержащих  $73,5\%$  полевых шпатов,  $27,48\%$  кварца и менее  $1\%$  остальных минералов. Здесь же расположены и весьма крупные смешанного состава аплит-пегматитовые жилы.

Таким образом, пегматитовое поле центральной Карелии, расположенное в сравнительно благоприятных транспортных условиях, в населенной местности, также может стать крупной базой сырья для полево-

шпатовых цементов, при комплексном использовании указанных месторождений и для керамической промышленности.

Сумма щелочей (главным образом калийных) в карельских пегматитах (табл. 5) колеблется в пределах 6—8%, эти же цифры будут характеризовать и аплиты; хотя для них нет еще аналитических данных.

Как известно, практика придает этому дополнительному компоненту в шихте полевошпатовых цементов большое экономическое значение, так как все щелочи при высокотемпературном обжиге в цементных печах могут быть легко уловлены.

Таким образом, К-ФССР обладает практически огромными ресурсами сырья для производства вяжущих стройматериалов типа кремнеземистых портланд-цементов (полевошпатовых цементов), с возможностью попутного получения ценных солей калия и натрия в форме поташа и соды. Благоприятное сочетание в ряде районов обилия пегматитовых жильных месторождений и залежей карбонатных пород ставит на первое место в Союзе, как сырьевую базу такого назначения, именно К-ФССР, и над такой, хотя и новой у нас проблемой, следует поработать исследовательским учреждениям, освещая наряду с геологическими и технологическими сторонами ее по двум направлениям: по линии организации в К-ФССР производства портланд-цемента на базе пока еще немногочисленных месторождений чистых известняков, а роман-цементов на базе многочисленных месторождений с огромными запасами доломитизированных известняков.

В последнем случае многие районы Карелии с богатыми залежами магнезиально-известковых карбонатных пород и огромными запасами пегматита окажутся первоочередными объектами освоения в крупных масштабах. Сюда относятся: Приладожье с его пегматитовыми полями и карбонатными породами Рускеала, Янисярви и отчасти самого побережья Ладожского озера между с. Импилахти и г. Питкеранта, пегматитовые поля с. Улялеги и залежи доломитизированных известняков оз. Суоярви, связанные друг с другом ж.-д. линией и др.

Серьезные перспективы можно связывать с районом развития карбонатных пород Куоляярвской площади развития протерозоя (озера Соярви, Панозеро, Вуориярви) и пегматитовых полей, выявленных вдоль ж.-д. ветки Куоляярви — Кандалакша.

### Заключение

Предпринятая в настоящей работе первая попытка оценки ряда горных пород К-ФССР как сырья для промышленности вяжущих стройматериалов, несмотря на далеко недостаточные и часто неполноценные данные геологического и в особенности технологического характера, позволяет утвердительно говорить о возможности положительного решения такой важной для народного хозяйства республики проблемы, как производство вяжущих веществ.

Из приведенных в этой работе данных становится бесспорным, что природные геологические условия К-ФССР могут обеспечить запросы республиканского строительства как на основные виды сырья для вяжущих (карбонатные и глинистые породы), так и на гидравлические добавки (диатомиты и, вероятно, туфо-сланцы).

Можно утверждать, что во многих месторождениях качество сырья отвечает техническим требованиям производства вяжущих стройматериалов.

По своим масштабам эти запасы сырья и их месторождения могут быть надежной сырьевой базой для строительства промышленных предприятий. Однако такие выводы являются только геолого-технологическими предпосылками, вполне убедительными для постановки на новой основе большой, но не новой для Карелии проблемы собственного производства вяжущих строительных материалов. Практическое решение ее, однако, опирается, с одной стороны, в далеко недостаточную для этой цели изученность уже известных, частью опробованных или разведанных месторождений как сырьевых баз нового назначения, а с другой стороны, в то, что подавляющее большинство, очевидно, перспективных объектов, в особенности крупных месторождений глин, глинистых сланцев, вулканических туфов, частью и диатомитов, совершенно не изучено геологически и, конечно, технологически.

В отношении некоторых видов сырья для вяжущих (глинистые и туфогенные сланцы, а также диатомиты) вопрос следует ставить также и по линии постановки поисковых работ с тем, чтобы выявить в разных районах республики новые месторождения промышленного значения, так как до сих пор такого рода исследования почти не производились.

Высказанные в настоящем обзоре соображения, по мнению авторов, заслуживают самого серьезного к себе отношения со стороны планирующих и промышленных организаций республики, и реализация проблемы производства вяжущих стройматериалов на базе местного сырья должна быть направлена по следующим путям.

1) Выбор объекта, разведка и подготовка промышленных запасов на уже известных крупных месторождениях с определенным качеством сырья, технологически отвечающего техническим условиям. Разработка плана освоения таких месторождений. Детальные технологические исследования сырья с постановкой экспериментальных работ по получению самого вяжущего продукта.

2) Поиски и опробование новых месторождений глинистых сланцев, туфо-сланцев и диатомита и технологическое изучение этих видов сырья. Разведка наиболее крупных из выявленных месторождений с целью подготовки запасов по промышленным категориям.

3) Проведение по заранее разработанному плану тематических работ по всему комплексу пород для производства вяжущих: геология месторождений, химический и минералогический состав пород, их технологические свойства (экспериментальные работы). В конечном итоге — составление сводной геолого-технологической монографии о карельских сырьевых ресурсах для производства вяжущих строительных материалов, которая должна составить часть общей намечающейся сводной работы по каменным и рыхлым строительным материалам республики.

4) Разработка на основе новых данных экономической стороны проблемы в целом и отдельных месторождений и их комплексов в частности.

5) Планирование организации и размещения промышленных предприятий по освоению (частью комплексного) месторождений и по производству вяжущих стройматериалов.

К этой обширной и многосторонней работе должны быть привлечены все местные республиканские, а также и союзные организации: как К-Ф. филиал Академии Наук СССР (его Геологический и Экономический секторы, Лаборатория нерудных ископаемых), Северо-западное геологическое управление Министерства геологии СССР, К-Ф. Министерство

промышленности стройматериалов, Государственный керамический институт, Институт цемента, К-Ф. госплан и др.

#### ЛИТЕРАТУРА и ИСТОЧНИКИ

1. Борисов П. А. Обзор нерудных ископаемых присоединенных территорий К-ФССР. Фонды ЛГУ, 1941 г.
2. Борисов П. А. Керамические пегматиты К-ФССР. Изд. К-Ф. база АН СССР, 1948.
3. Боровиков П. П. Отчет о результатах поисково-опробовательных работ на месторождениях карбонатных пород в Питкярантском и Сортавальском районах в 1945 г. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1945.
4. Гельмерсен А. Геогностические исследования Олонецкого Горного округа, произведенные в 1856—1859 гг. Горн. журн., ч. IV, 1860.
5. Кинд В. А. Цементные материалы. Нерудн. ископ., т. III, изд. АН СССР, 1927.
6. Крыжановский В. И. Геохимия месторождений шунгита. Мин. сырье, 1931, № 10—11.
7. Лабунцов А. Н. Пегматиты Сев. Карелии и их минералы. Пегм. СССР, т. II, изд. АН СССР, 1939.
8. Немировская М. Г. и Шульгин. Отчет о геолого-разведочных и гидрогеологических работах на Ю. Оленьем острове 1939 г. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1939.
9. Нечаев Г. А. Краткий отчет о результатах обследования двух месторождений карбонатных пород на оз. Янисярви в 1940—1941 гг. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1940.
10. Рояк С. М. Глины и каолин. Немет. ископ. СССР, т. 4, изд. АН СССР, 1941.
11. Рябов Н. И. Отчет о геолого-разведочных работах на Елмозерском месторождении известняков в Карелии. Фонды ЛГУ, 1935.
12. Сахаров. Отчет Рускеальской геолого-разведочной партии по работам 1940 г. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1940.
13. Страхов Н. М. О периодичности и необратимой эволюции осадкообразования в истории Земли. Изв. АН СССР, 1949, № 6, стр. 70—111.
14. Тимофеев В. М. а) Олонецкие мраморы. Матер. к изуч. естеств. произв. сил России, № 37, изд. АН СССР, 1920; б) Петрография Карелии. Петрография СССР, сер. 1, вып. 5, изд. АН СССР, 1935.
15. Шуркин К. А. Геология пегматитов Приладожья. Фонды К-Ф. филиала АН СССР, 1949.
16. Шуркин К. А. Отчет о результатах поисково-опробовательных работ на месторождениях карбонатных пород в Питкярантском и Сортавальском районах 1946 г. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1946.
17. Эвенчик. Отчет о разведочных работах на известняки оз. Вуориярви. Фонд ЛГУ, 1948.
18. Hausen H. Geologie des Soanlahtigebiets im Südl. Karelien. Bull. Comm. Géol. de Finl., № 90, 1930.
19. Trüstedt O. Die Lagerstätten von Pitkäranta am Ladoga See. Bull. Comm. Géol. de Finl., № 9, 1907.
20. Metzger A. Die jatulisch. Bildungen von Suojärvi in Ost-Finl. Bull. Comm. Géol. de Finl., № 64, 1924.
21. Metzger A. Die Kalksteinlagerstätten von Ruskeala in Ost-Finland. Bull. Comm. Géol. de Finl., № 74.