

УДК 553.62:551.79(474)

Г.А. ЮЗАПАВИЧЮС, А.А. ЮРГАЙТИС
**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОЗРАСТА
ОБЛАСТИ СКАНДИНАВСКОГО МАТЕРИКОВОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ**

Основное количество месторождений и запасов песчано-гравийного материала, строительных песков и глин в районах развития осадочного чехла северо-западной части Восточно-Европейской платформы приурочено к сложным образованиям ледниковой формации или продуктам их переотложения. Величина, строение месторождений, качество сырья обусловлены в основном процессами ледникового, флювиогляциального, лимногляциального, аллювиального литогенеза и вещественным составом питающей провинции, продолжительностью и условиями послеледникового преобразования отложений ледниковой формации, т.е. генезисом месторождений.

По условиям формирования месторождения строительных материалов на территориях, покрывавшихся материковыми ледниками, приурочены к трем парагенетическим рядам (таблица). В основу данной классификации положены принципы генетической классификации континентальных отложений Е.В. Шанцера (1966), впоследствии дополненной более дробными номенклатурными единицами генетических подтипов и видов; во флювиогляциальной парагенетической подгруппе также был выделен отдельный тип маргинальных образований. Все эти доработки были вызваны тем, что именно генетический вид или генетический подтип отложений обуславливает строение, качество и запасы месторождений песчано-гравийного материала, песков и глин.

Все разновидности месторождений строительных материалов области Скандинавского материкового оледенения объединяются в три неравноценных парагенетических ряда: гляциальный, аквальный и золовый.

Гляциальные отложения, связанные с развитием ледников, составляют первый ряд, который, в свою очередь, по формирующему залежи агенту разделяется на собственно гляциальную и аквагляциальную парагенетические группы. Отложения первой группы откладываются непосредственно из ледника, без заметного влияния талых вод, и формируют разные морены, из которых только локальные морены, обогащенные глинами субстрата, могут образовывать промышленные месторождения.

Другая, значительно более важная парагенетическая группа, в свою очередь, согласно динамике и способу транспортировки обломочного материала разделяется на флювиогляциальную (потоково-ледниковую) и лимногляциальную (озерно-ледниковую) парагенетические подгруппы.

Генетические типы флювиогляциальных и лимногляциальных отложений выделяются по их взаимоотношению с ледником. Это внутриледниковые (ледникового контакта), маргинальные (образовавшиеся у переднего края ледника) и приледниковые (за пределами их формировавшегося ледника).

Одним из подтипов внутриледниковых образований являются отложения камов. Они возникли при заполнении проталин, углублений, ниш и других полостей мертвого льда песками, гравием, алевритами или глинами и при

последующей их инверсии на подледниковую поверхность вследствие вытаивания погребенных или составляющих борта понижений льдов. Несмотря на широкое распространение камов, промышленные месторождения песчано-гравийного материала с ними связаны довольно редко. Это обусловлено, во-первых, небольшим объемом отдельных камовых холмов и, во-вторых, свойственной им весьма частой изменчивостью гранулометрического состава в вертикальном разрезе. Относительно крупные месторождения переходят в пески, а нередко и в алевриты. Относительно крупные месторождения песчано-гравийного материала и песков камового генезиса образовались в основном в надледниковых условиях в зонах мертвого льда маргинальных и цокольных возвышенностей или равнин.

В зависимости от динамики отложения обломочного материала, слагающего камы, и его строения выделяются флювиогляциальные, лимногляциальные и смешанные (сложные) камы. Первые представлены слоистыми песчано-гравийно-галечными, вторые — песчано-алевритово-глинистыми отложениями, а третьи — разным сочетанием всех типов этих пород. Отдельным видом лимногляциальных камов являются платообразные крутосклонные холмы, сложенные глинами, которые залегают на дислоцированном моренном цоколе, составляющем нижнюю часть холма, и именуются "эвонцами". Специфической разновидностью камов следует считать так называемые камовые террасы, залежи которых накопились в бассейнах, возникших между краем мертвого ледника, с одной стороны, и склоном долины или возвышенности — с другой.

Отложения озов образованы талыми ледниковыми водами в туннелях, трещинах и руслах над- или внутрiledниковых потоков пассивного или мертвого ледника, поэтому все их разновидности относятся лишь к флювиогляциальной парагенетической подгруппе. Типичные озы обычно вытянуты по направлению продвижения ледниковых лопастей, поэтому называются радиальными. Месторождения песчано-гравийного материала часто приурочены к извилистым озам непрерывного протирания. Относительно крупные месторождения песчано-гравийного материала и песков встречаются на склонах возвышенностей. Отложения озов здесь часто перемежаются с отложениями камов, нередко образуя месторождения смешанного типа. Наиболее часто небольшие месторождения озового генезиса распространены на равнинах, являясь типичными заполнителями радиальных трещин, пересекавших тело ледника.

К месторождениям краевых гряд относятся флювиогляциальные или лимногляциальные отложения так называемых конечных морен. Они образованы у переднего края материкового ледника из нагромождения продуктов вытаивания и напора в виде слоистых или неслоистых песчано-гравийно-галечных, обогащенных валунами, местами с линзами моренных (суглинистых-супесчаных) отложений, в отдельных зонах маргинальных полос — неслоистых глин. Такие образования представлены холмистыми валоподобными грядами или смыкающимися в дуги и цепи вереницами холмов, протягивающимися вдоль переднего края ледника. Краевые гряды флювиогляциального генезиса делятся на насыпные, формирование которых происходило у края стационарного или деградирующего ледника, и напорно-насыпные, преобразованные действием активного ледника. К крупным угловым массивам приурочены месторождения песчано-гравийного материала с достаточно большими запасами, а мощность полезной толщи в них достигает 40 м и более (Юргайтис, 1985). Месторождения глин приурочены к краевым грядам, сложенным массивными глинами.

Среди приледниковых флювиогляциальных образований выделяются отложения зандров, флювиогляциальных дельт и флювиогляциальных террас. По степени развитости, по отношению к краю ледника, подстилающей поверхности, плановому очертанию, характеру рельефа и его преобразованности выделяется значительное количество разновидностей зандровых равнин (Микалаускас, 1985). Однако для поисковых целей и классификации месторождений (по критериям,

Генетическая классификация месторождений строительных материалов четвертичного возраста области Скандинавского материкового оледенения

Парагенетический ряд	Парагенетическая группа	Парагенетическая подгруппа	Генетический тип	Генетический подтип	Генетический вид*
Гляциальный	Собственно гляциальная		Основная морена		Локальная морена ³
	Аквагляциальная	Флювиогляциальная	Внутриледниковый	Кам	Флювиогляциальный кам ¹
					Смешанный кам ^{1,2}
				Оз	Радиальный оз ^{1,2}
			Маргинальный	Краевая гряда	Насыпная краевая гряда ^{1,2} Напорно-насыпная краевая гряда ^{1,2}
			Приледниковый	Зандр	Элементарный зандр ^{1,2} Зандровая равнина ^{1,2} Межрядовый зандр ^{1,2}
		Флювиогляциальная дельта			Зандро-дельта ^{1,2} Недоразвитая дельта ^{1,2} Дельта ледникового туннеля и канала ^{1,2} Дельта устья долины стока ^{1,2}
		Флювиогляциальная терраса			Терраса маргинальной долины ^{1,2} Терраса ложбины стока флювиогляциальных вод ^{1,2}

Гляциальный	Аквagliaци- альная	Лимногля- циальная	Внутриледниковый	Кам	Лимногляциальный ^{2,3} Звонец ³
			Маргинальный	Краевая гряда	Лимногляциальная краевая гряда ³
			Приледниковый	Периферийная часть бассейна	Прибрежный ^{1,2} Приустьевая часть палеореки ²
				Донный	Лимногляциальная равнина ³ Гляциодепрессия окраины ледораздельной возвышенности ³ Гляциодепрессия окраины маргинальной возвышенности ³
Аквальный	Флювиальная	Аллювиальный			Русловой ^{1,2} Пойменный ²
				Озерный	Прибрежный ^{1,2}
				Морской	Прибрежный ^{1,2}
Эоловый		Эоловый		Перевеянный флювиогляциальный песок ² Перевеянный лимногляциальный песок ² Перевеянный аллювиальный песок ² Перевеянный морской песок ²	

*Месторождения: 1 — песчано-гравийного материала, 2 — песков, 3 — глин.

которые обуславливают их величину, строение и качество сырья) уместно выделять элементарные (одноконусные) зандры, зандровые равнины и межгрядовые зандры. В элементарных зандрах наиболее ярко прослеживаются все изменения строения и морфологии. Проксимальную их часть, которая, как правило, примыкает к субгляциальным рытвинам, устьям ледниковых туннелей и каналов или межлопастным трещинам, слагает грубозернистый материал, иногда с валунами, а в дистальном направлении — более мелкий обломочный материал. В результате слияния смежных конусов формируются сложные зандры или зандровые равнины, а при заполнении понижений между ранее образованными краевыми или боковыми грядами — межгрядовые зандры. Месторождения песчано-гравийного материала и песков зандрового генезиса бывают весьма крупными, широко развиты; довольно легко определяется их генетическая принадлежность.

Отложения флювиогляциальных дельт сформированы в субазрально-субаквальной среде в устьях флювиогляциальных рек при впадении их в приледниковые водоемы или другие вместилища талых ледниковых вод и представлены плоскими наносными равнинами предполья материковых ледников. В целом данные образования от обычных дельт отличаются лишь палеогеографическая обстановка и связанные с этим некоторые особенности, которые и положены в основу выделения генетических видов. При впадении потоков, формирующих зандр, в приледниковый водоем возникают отложения сложного строения — зандро-дельты. При быстром и кратковременном поступлении слабо дифференцированных наносов в водоемы все обычные для дельт фации осадков не образуются и тогда формируются недоразвитые дельты. Выделение дельт ледниковых туннелей и каналов, а также дельт устьев долин стока обусловлено характером и местоположением потока. Месторождения песчано-гравийного материала и песков флювиогляциальных дельт на территории Прибалтики являются самыми распространенными и важными в промышленном отношении. Наиболее крупные из них связаны с флювиогляциальными дельтами устьев долин стока, приуроченных к унаследованным древним долинам. Часто крупные месторождения образовывались при спуске приледниковых бассейнов с гипсометрически более высокого уровня на более низкий, если верхний бассейн ограждался краевыми грядами, сложенными грубообломочным материалом.

Отложения флювиогляциальных террас представляют собой продукт размыва и переотложения обломочного материала концентрированными (слившимися) потоками талых вод. Эти образования приурочены к склонам долин приледниковой зоны и залегают в виде эрозионно-аккумулятивных ледниково-речных оконтурированных уступами сегментов покатых равнинных поверхностей. Исходя из палеогеографических условий формирования, масштаба явлений и значимости, возникшие месторождения песчано-гравийного материала и песков флювиогляциальных террас подразделяются на образовавшиеся в крупных маргинальных долинах и заполнившие гораздо меньшие ложбины стока талых вод.

Лимногляциальные приледниковые отложения более дробно разделяются, согласно принципам фациального анализа. В периферийных частях крупных приледниковых бассейнов выделяется наиболее активная прибрежная зона, где накапливались пески, а иногда и песчано-гравийный материал, и приустьевые зоны рек (за пределами самих дельт), куда заносилась часть мелкозернистых песков. В наименее подвижных частях бассейнов, в спокойной гидродинамической обстановке в донных условиях осаждались глинисто-алевритовые ленточные осадки. В основу выделения генетических видов месторождений положены особенности строения залежей и качество сырья. Наиболее ценные для промышленности залежи дисперсного материала отложились в центральных частях крупных приледниковых бассейнов.

Вторым парагенетическим рядом обломочных образований в области распространения отложений материкового оледенения является аквальный, охва-

тывающий флювиальную, озерную и морскую парагенетическую группы. Первая группа месторождений представлена только аллювиальными образованиями. Хотя аллювиальные отложения подразделяются на целый ряд фаций, но в отдельности они месторождений не формируют, кроме русловых, представленных песчано-гравийными отложениями, и пойменных, представленных песками. Первые могут быть как в современном русле, так и образовывать террасы.

Месторождения песков и песчано-гравийного материала озерного и морского генезиса приурочены к прибрежным частям или пляжам, т.е. к активной гидродинамической зоне. На суше они приурочены к морским (озерным) террасам, береговым валам, строение которых обусловлено составом разрушаемых берегов и величиной водоемов.

Из различных золотых форм рельефа лишь дюны представляют интерес для выявления месторождений песков. Так как золотые пески этих областей всегда несут следы структуры материнских отложений, чем обычно обусловлено качество сырья, целесообразно выделить четыре вида золотых переувлажненных песков: флювиогляциальных, лимногляциальных, аллювиальных и морских.

Одним из основных показателей качества сырья строительных заполнителей является гранулометрический состав отложений, который возник при ледниковой интеграции разнородного материала ледникового ложа и при последующей его дифференциации в различных физико-географических условиях. Исходным материалом при формировании залежей месторождений обломочного материала ледниковых областей в общем случае служили морены.

Четвертичные внутриледниковые и приледниковые флювиогляциальные пески выдерживают черты структуры исходного ледникового материала. Изменение происходит при постепенном выносе из области седиментации наиболее мелких частиц и формировании песков с лучшей выработанной кривой распределения, которая только в приледниковых лимногляциальных бассейнах, во флювиогляциальных долинах стока, а в отдельных районах — во флювиогляциальных дельтах не отражает особенностей исходного материала (Юозапавичюс, 1987).

В каждом регионе наиболее крупными и глинистыми являются песчано-гравийно-галечные отложения красевых флювиогляциальных гряд. На Балтийском щите и в зонах неглубокого залегания палеозойских карбонатных пород образования озов столь же обогащены крупнообломочным материалом, однако на возвышенностях они являются более песчаными. В каждом случае грубообломочный материал лучше всего отсортирован в типичных флювиогляциальных дельтах.

Особенности тонкообломочного материала мореносодержащего льда в основном обусловили структуру глинистых осадков любого генезиса. Изменения в процессе дифференциации шли путем потерь песчаных и алевроитовых фракций и концентрации в большей мере крупно- и среднеглинистых частиц.

В послеледниковые в речных долинах формируются грубообломочные отложения более постоянного, чем в ледниковой формации, гранулометрического состава, но пески по зрелости механического состава находятся на уровне приледниковых флювиогляциальных. Совершенно иного гранулометрического состава лучше всего отсортированные пески возникают на морском побережье и при переотложении ветром.

Минералого-петрографический состав четвертичных отложений обусловлен особенностями и степенью влияния питающей провинции, однако возрастающая дифференциация вызвана продолжительностью транспортировки дезинтегрированного материала и динамикой среды осадконакопления в такой последовательности: морены — камы — озы — флювиогляциальные дельты — зандры — краевые флювиогляциальные гряды — аллювий — флювиогляциальные террасы — лимногляциальные приледниковые равнины — золотые дюны.

Петрографический состав песчано-гравийных отложений, который предопределяет прочностные их свойства, зависит в основном от состава подстилающих

дочетвертичных пород. Аналогично ведет себя и минеральный состав песков. Минеральный состав тонкодисперсных отложений заимствован от гидрослюдястой дочетвертичной коры выветривания и варьирует в зависимости от степени влияния химически более измененных дочетвертичных глинистых пород.

Выявленные особенности формирования структуры и состава обломочных четвертичных отложений ледниковых областей предопределили качество сырья и размеры продуктивных залежей. Наиболее крупные, хорошо выдержанные по площади, обычно с низким содержанием пылевато-глинистых частиц месторождения песчано-гравийного материала формируются во флювиогляциальных приледниковых потоках (зандры, флювиогляциальные террасы, флювиогляциальные дельты). На возвышенностях среди краевых ледниковых образований обычно возникают лишь мелкие, реже средние месторождения сложного строения. В таких условиях залежи краевых флювиогляциальных гряд часто насыщены валунами, а в камах характерно их отсутствие. В обоих случаях сырье обогащено алевритово-глинистыми частицами. На моренных равнинах иногда единственным источником местных строительных заполнителей являются узкие насыпи озков.

Лучшими по качеству для силикатной промышленности и строительных растворов, более крупными среди месторождений песков ледниковой формации являются залежи флювиогляциальных террас, флювиогляциальных дельт, лимно-гляциальных прибрежные больших приледниковых водоемов, а также дистальных частей обширных зандровых равнин.

Наиболее широко используются промышленностью глины крупных приледниковых бассейнов. Это хорошо выдержанные по площади, наиболее дисперсные и малокарбонатные разновидности глин. В краевых ледниковых образованиях возникают иногда мощные, но сложного строения, засоренные крупными включениями линзы глинистого материала. В этом комплексе ледниковых отложений более однообразным строением и составом выделяется глинистое покрытие лимнокамов типа "звонцы", которые наиболее характерны для ледораздельных возвышенностей.

При послеледниковом преобразовании речными потоками отложений ледниковой формации возникают хорошо промытые, выдержанного состава и строения залежи песчано-гравийного материала. Запасы месторождений обусловлены величиной рек. Массивы континентальных дюн и морские террасы довольно монолитного строения, поэтому на таких площадях можно разведать значительные запасы бескарбонатных, хорошо отсортированных песков.

Во время поисков месторождений песчано-гравийного материала и песков флювиогляциального генезиса опорными ориентирами являются краевые гряды, указывающие определенное местоположение ледника и возможность накопления грубообломочного материала. Если в районе поисков имеются краевые гряды, то между ними или севернее их могут быть расположены месторождения камов и озков. Когда краевые гряды сложены флювиогляциальным материалом, они сами нередко представляют месторождения. В южном направлении или в направлении, противоположном отступанию ледника от краевых гряд, обычно расположены месторождения зандров и флювиогляциальных дельт (Юргайтис, 1984). При наличии крупных долин стока месторождения флювиогляциальных террас располагаются параллельно бывшему краю ледника.

При поисковых работах на возвышенностях следует учесть, что к среднему уровню рельефа (по гипсометрии) приурочены образования, сложенные песчано-гравийным материалом и песком. Это краевые флювиогляциальные гряды с пологими склонами и увеличенным количеством валунов на поверхности и более изометричные камовые холмы или массивы с замкнутыми западинами. Наиболее высокие плосковершинные, крутосклонные холмы, осложненные по склонам оврагами, чаще всего сложены глинами.

Озовые гряды в рельефе выделяются довольно четко острым гребнем и извилистыми очертаниями, когда они расположены на равнинах, в долинах или на склонах возвышенностей. Если же они переплетаются с камами в сложном рельефе краевых массивов, определению их генезиса и строения способствуют лишь наблюдения слоистости и строения в шурфах или в небольших карьерах.

Особенно тщательно во время поисков должны изучаться приледниковые площади, прилегающие к внешнему краю конечно-моренных гряд. Для перспективных на грубообломочный материал площадей характерны небольшой общий наклон поверхности к дистальной части, высыпки на почве гравийно-галечных обломков, а в случае залесенности — сосновые боры. Поверхность этих площадей слабо волнистая и лишь в межрядовых зандрах приобретает холмистый характер. В этой зоне должны внимательно изучаться все долины, ложбины и понижения, пересекающие пояса конечно-моренных гряд.

Лучшие условия для накопления тонкодисперсного материала существовали в наиболее глубоких частях приледниковых лимногляциальных бассейнов, поэтому поиски месторождений глин следует концентрировать в пониженных частях лимногляциальных равнин, по которым в настоящее время текут реки, расположены озера или болота.

А Б С Т Р А К Т

The regularities of formation of Quaternary sandy-gravel, sands and clays in the Scandinavian continental glaciation area are considered on the basis of genetic classification. Main nomenclature units are genetic subtypes and species since they determine the structure, quality and resources of these deposits. The granulometric and mineralogic-petrographic peculiarities of separate genetic deposits varieties are distinguished. The criteria for prospecting of the Quaternary building material are determined.

ЛИТЕРАТУРА

- Микалаускас А. П.* Флювиогляциальные равнины Литвы. Вильнюс: Мокслас, 1985. 208 с.
- Шанцер Е. В.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М.: Наука, 1966. 211 с.
- Юозаповичюс Г. А.* Дифференциация обломочного материала отложений области Скандинавского материкового оледенения. М.: Недра, 1987. 102 с.
- Юргайтис А. А.* Литогенез флювиогляциальных отложений области последнего материкового оледенения. М.: Недра, 1984. 184 с.
- Юргайтис А. А.* Особенности образования месторождений песчано-гравийного материала и песков Прибалтики // Осадочные полезные ископаемые Прибалтики и их рациональное использование. Рига: Зинатне, 1985. С. 26—36.