

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЭСТОНСКОЙ ССР

В. ОЛЛИ

Четвертичные морские отложения служат основанием для сооружений во многих населенных пунктах северной и западной Эстонии (Таллин, Пярну, Нарва-Йыэсуу и др.). В послевоенные годы проектированию и возведению почти каждого здания или инженерного сооружения предшествовали исследования грунтов. Материалы этих исследований в настоящее время рассредоточены в различных проектных и изыскательских организациях.

Цель настоящей статьи состояла в некотором обобщении этих работ с использованием при этом общих геологических соображений о закономерностях происхождения и распределения морских отложений на территории Эстонской ССР.

При написании статьи были использованы (кроме собственных наблюдений и печатной литературы) отчеты инженерно-геологических исследований «Гидропроекта», «Ленморпроекта», «Ленрыбпромпроекта», «Эстонгипросельстроя» и «Эстонпроекта». Из этих отчетов взяты также данные анализов, приводимые в статье. Кроме того использованы рукописные отчеты сотрудников Института геологии АН ЭССР, исследовавших геологию древних береговых образований Эстонии. Много фактических данных о береговых отложениях получено, в частности; из работ Х. Кессел (Ряста).

Общие сведения о стратиграфии морских отложений

Четвертичные морские отложения Эстонии представлены осадками поздне- и послеледниковых бассейнов Балтийского моря. До- и межледниковые морские отложения на территории Эстонии почти не известны; они, по-видимому, были снесены ледниками.

Как известно, после отступления последнего материкового ледника бассейн Балтийского моря претерпел (в зависимости от наличия или отсутствия связи с океаном) несколько морских и озерных (пресноводных) стадий, вызвавших резкие изменения в характере и составе фауны. Однако условия осадконакопления во время этих стадий существенно не изменялись. Поэтому их отложения в пределах Эстонии, с точки зрения инженерной геологии, можно рассматривать как единый, только в фациальном отношении различающийся комплекс.

Началом позднеледниковой истории Балтийского моря в пределах Эстонии считается трансгрессия Балтийского ледникового озера. Этой трансгрессии предшествовал здесь позднеледниковый континентальный период с относительно низким уровнем воды.

Трансгрессия ледникового озера была наивысшей. Его береговые образования достигают в северной Эстонии максимальной высоты

68—70 м над современным уровнем моря. Максимальные высоты следующих трансгрессий, судя по соответствующим береговым образованиям, обнаруженным на территории Эстонской ССР, постепенно уменьшаются.

Ниже приводятся основные данные о главных этапах развития Балтийского моря на территории Эстонии (табл. 1).

Таблица 1

Стадия	Высота уровня на изолинии Таллина, м	Руководящие формы фауны	Абсолютный возраст, тыс. лет	Геологический возраст	Стадии климата
Литориновое море	22	<i>Littorina litorea</i> <i>Cardium edule</i> <i>Radix ovata</i>	4	Верхнеголоценовое Среднеголоценовое	Субатлантичская Суббореальная Атлантическая
Анциловое озеро	36	<i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Radix ovata</i>	6,5	Нижнеголоценовое	Бореальная
Июлдиевое море	Фаунистически охарактеризованные отложения на территории ЭССР неизвестны		8		Пребореальная
Балтийское ледниковое озеро	82	Фауны не обнаружено	10	Позднеледниковое	Субарктическая

В конце среднего и в верхнем голоцене соленость воды Балтийского моря несколько уменьшилась, что сказалось и на составе фауны. На основании этого история Балтийского моря в среднем и верхнем голоцене подразделяется некоторыми авторами на следующие самостоятельные стадии: литориновая, лимнеа и мюа, или современная стадия. Более правильным, конечно, является взгляд, согласно которому средне- и верхнеголоценовое Балтийское море представлено только одной (морской) стадией, которую в зависимости от небольших изменений солености воды можно подразделять на подстадии или фазы.

Условия образования и распространения морских отложений

Балтийское море является платформенным бассейном. Твердый сток впадающих в него рек сравнительно невелик. По Л. Б. Рухину [2], даже такие наиболее крупные реки, как Даугава (Зап. Двина), Немунас (Неман) и Висла, выносят в Балтийское море взвешенных наносов всего около 2 млн. т в год (примерно в 50—60 раз меньше, чем поступает их в Каспийское и Черное моря). Поэтому послеледниковые донные осадки в открытом море почти отсутствуют.

На эстонском побережье нет крупных рек. Следовательно, количество наносов, приносимых реками, не может быть большим. Однако

мощность послеледниковых отложений в глубоких заливах северного побережья достигает иногда нескольких десятков метров. Кроме того, на северном побережье и в западной Эстонии имеются довольно большие скопления морских песков и галечников, отложившихся здесь в послеледниковое время. Следовательно, источником основной массы этого материала являются более древние четвертичные отложения (в частности, широко распространенная основная морена) или коренные породы, абрадированные береговым црибоем.

Процесс формирования и дифференциации четвертичных морских отложений в Эстонии сводится в общих чертах к следующему. В абрадируемой породе (мы рассматриваем здесь только морену, как наиболее разнородную по своему составу породу) содержатся глинистые, песчаные и гравелистые частицы, а также валуны.

Крупные эрратические валуны после размыва подвергаются наименьшей транспортировке. Они могут перемещаться главным образом под напором морских льдов.

Гравийные и галечниковые фракции, а также крупный песок тоже перемещаются относительно мало. Во время штормов они выбрасываются на берег и отлагаются там в виде гравийных и галечниковых береговых валов.

Наибольшей транспортировке вдоль берега подвергаются песчаные и частично пылеватые фракции. Они скопляются на пляже или же образуют косы и прибрежные отмели в местах, где их передвижение задерживается (например в вершинах заливов). В узких и глубоких заливах северного побережья Эстонии мощность этих песков доходит иногда до десяти метров. На пологом западном побережье мощность их редко превышает 1—2 м и только в районе Пярнуского залива они образуют толщю мощностью до 5—6 м.

Глинистые и пылеватые частицы переносятся в основном в сторону моря, где они образуют глинистые отложения. Последние могут отлагаться вместе с органическим илом только на таких глубинах, где волновая деятельность достаточно ослаблена. На открытом берегу эта глубина, разумеется, больше, чем в заливах. В бухте Копли (около Таллина) глинистые отложения встречаются, например, на глубине 5 м ниже уровня моря. В местах, где приток глинистого материала особенно интенсивен (берег сложен глинами или мергелями) и волнение не очень сильное, супеси и суглинки могут отлагаться и в непосредственной близости от берега.

Мощность и характер этих глинистых отложений у берегов Эстонии почти не изучены. Небольшие исследования проведены только в некоторых заливах северного побережья Эстонии. Особые условия осадконакопления в этих бухтах (близость берегов, относительно крутое погружение дна) придают им, несомненно, и некоторые характерные черты, например песчанистость, большую мощность (местами свыше 50 м), большую литологическую изменчивость в горизонтальном и вертикальном направлениях и др., которые нельзя распространять на весь этот генетический тип.

Можно предполагать, что приведенная выше общая схема закономерности процесса дифференциации морских осадков на территории Эстонии характерна для всех стадий развития этого бассейна. При отступлении моря вследствие поднятия материка в северо-западной части Эстонии кластические породы, отлагавшиеся в береговой зоне (пески, лагунные отложения), в основном сохранились. В то же время глинистые отложения, образовавшиеся на некотором рас-

стоянии от берега, оставаться на месте не могли, так как при поднятии к поверхности воды они снова размывались волнами и переносились в более глубокие зоны прибрежного моря.

Несколько иные условия накопления этих отложений, как указывалось выше, возникали в глубоких предглинтовых заливах северного побережья Эстонии. Глинистые отложения достигали здесь значительных мощностей. Со стороны вершин заливов они постепенно перекрывались интенсивно накапливающимися песками, которые и защищали их от размыва при отступлении моря. Иногда мелкодисперсные илистые отложения сохранялись от размыва и в лагунах, но мощность их в таких случаях, как правило, невелика.

Как видно из вышесказанного, морские отложения на территории Эстонии распределены в группы по своим динамическим свойствам. Эти группы, хотя они и не всегда четко выражены (имеется много разных переходов), все же являются хорошей естественной основой для инженерно-геологической классификации рассматриваемых пород.

В первую очередь, следует разделять (как с инженерно-геологической, так и с генетической точек зрения) породы, отлагавшиеся в условиях спокойного гидрологического режима, от тех, которые образовались в зоне более или менее интенсивного волнения. Первые можно называть отложениями прибрежного морского дна, вторые — отложениями береговой зоны, или (по О. К. Леонтьеву ^[1]) морскими наносами. Последние, в свою очередь, как было указано выше, подразделяются на пески и гравийно-галечниковые (и щебневые) отложения. Так как процессы передвижения песков и гравийно-галечниковых отложений происходят качественно одинаково (путем скольжения и перекатывания), отличаясь, в основном, только скоростями, то их следует рассматривать как генетически единый комплекс. Но ввиду того, что оба эти вида отложений встречаются во многих случаях большими обособленными скоплениями (особенно пески) и имеют различные физико-механические свойства, с инженерно-геологической точки зрения следует рассматривать их как самостоятельные литологические группы.

Лагунные отложения (илистые суглинки, сапропели) в настоящей статье не рассматриваются, так как их геология и физико-механические свойства почти не изучены. К тому же их очень мало.

Классификация, построенная на вышеизложенном принципе, сведена в табл. 2.

Таблица 2

Типы	Подтипы	Литологические группы	Краткая литологическая характеристика
Морские отложения	Отложения береговой зоны (морские наносы)	Гравийно-галечниковые породы	Крупные пески, гравий, галька, щебень. Прослойками встречаются также мелкозернистые пески
		Пески	Пески средне-, мелко- и тонкозернистые
	Отложения прибрежного морского дна		Глины, суглинки, супеси, прослойками также мелко- и тонкозернистые пылеватые пески. Характерно содержание некоторого количества органических веществ

Отложения береговой зоны встречаются во многих местах ниже уровня максимальной трансгрессии Балтийского ледникового озера.

Гравии, галечники и щебни Балтийского ледникового озера отмечены, например, К. Пярна* в окрестностях Кохила, Куузику и в других местах. Они же отмечены Э. Партсом^[3] на западном и северо-западном склонах возвышенности Сакала. Более молодые, анциловые и литориновые береговые галечники часто встречаются вдоль северного побережья и в западной Эстонии.

Скопления песков значительной мощности имеются на северном побережье. В районе поселка Нарва-Йыэсуу, например, пески образуют своеобразный прямолинейный волнистый рельеф, ориентированный параллельно к современному берегу. Эти пески принесены сюда с абразионного берега, находящегося в районе Силламяэ—Тойла, о чем свидетельствуют прослойки песков с мелкими обломками диктионемового сланца. Можно отметить, что, по имеющимся данным, передвижение береговых наносов на всем эстонском берегу Финского залива происходит главным образом с запада на восток.

Многие низменности западной Эстонии и островов также покрыты морскими песками. Например, можно отметить Пярнускую низменность, где на большой территории пески залегают на ленточных глинах и других, более древних отложениях.

Отложения прибрежного морского дна значительной мощности на суше известны пока только в Таллине. Под водой они обнаружены в заливах Таллина и Пальдиски. Встречаются они, несомненно, и в других местах. К этому типу, например, следует отнести и лечебные грязи, встречающиеся местами в заливах и проливах западной Эстонии.

Отложения береговой зоны

Гравийно-галечниковые отложения

Гравийно-галечниковые и щебневые отложения слагают обычно береговые валы высотой в 2—3 м, шириной в 20—30 и более метров и длиной в несколько километров. Они характеризуются хорошо выраженной горизонтальной или слабо наклонной слоистостью (фото 1). Иногда встречаются и сплошные скопления крупных галек и мелких валунов с горизонтальной или слабо наклонной ориентацией. Величина галек колеблется в больших пределах — от долей миллиметра до нескольких дециметров.

Окатанность гальки варьирует также в больших пределах — от хорошо окатанных плоских галек до угловатой щебенки; последняя встречается на берегах, где абрадируются карбонатные коренные породы.

Песчаные фракции пород, слагающих береговые валы, в основном кварцевые. Гальки и валуны, в зависимости от исходного материала, состоят из песчаников, карбонатных или изверженных пород. Карбонатные породы (известняки и доломиты) обычно преобладают, но в местах, где береговые образования возникли в результате перемыва флювиогляциальных отложений, могут преобладать и изверженные породы.

* К. Пярна, О геологии позднеледниковых береговых образований на территории между Вызу и Навести в Эстонской ССР, Научный отчет (рукопись), Институт геологии АН ЭССР, Таллин, 1950.



Фото 1. Наклоннослоистый гравий в береговом вале анцилового озера (карьер Кейла-Йоа).

Фото Х. Ряста.

Береговые гравии и галечники уложены плотно. Промежутки между гальками обычно заполнены гравием и песком, но в некоторых случаях песчаное заполнение может и отсутствовать. Гравийно-галечниковые отложения в местах, где они встречаются, представляют собой прочные и устойчивые основания для сооружений. Благодаря плотности укладки они способны в котлованах длительное время сохранять вертикальность стенок. Во многих местах низменной и заболоченной западной Эстонии береговые валы с давних пор использовались как хорошие естественные полотна для грунтовых и шоссейных дорог.

Береговые гравийно-галечниковые отложения находят применение также в качестве строительных материалов, особенно при возведении дорожных насыпей.

Пески

Пески береговой зоны (пляжевые и прибрежно-мелководные) обычно мелко- и тонкозернистые и при этом весьма однородны. По имеющимся анализам (более 60), коэффициент однородности (d_{60}/d_{10}) колеблется от 1,2 до 2,0, редко превышая 2,5.

Содержание тонких (0,05—0,1 мм) и мелких (0,1—0,25 мм) фракций в песках велико — свыше 90%. Доля пылеватых и глинистых фракций (< 0,05 мм) редко превышает 10%; иногда они совсем отсутствуют. Повышенная пылеватость и глинистость песков встречается при переходе песков к морским супесям или там, где абрадируются глинистые породы. Частицы размером 1—2 мм встречаются редко. Наличие в песке значительного количества частиц диаметром свыше 2 мм следует рассматривать уже как переход к гравийно-галечниковым отложениям. На рис. 1 изображено несколько типичных кривых гранулометрического состава пляжевых песков.

Окатанность зерен обычно слабая. Судя по нескольким анализам

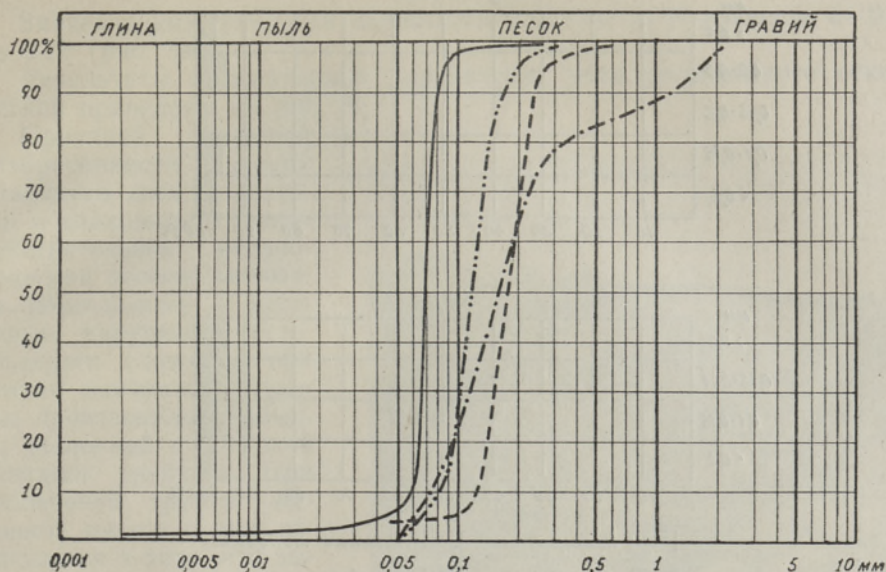


Рис. 1. Кривые гранулометрического состава морских песков.

— Синди (анциловые) - - - Нарва-Пьэсуу (современные)
 - · - · - Пяру (литоральные) - · - · Нарва-Пьэсуу (литоральные)

Х. Ряста*, песчинки диаметром менее 0,1 мм совершенно угловатые (показатель окатанности по Хабакову равен нулю). В более крупных фракциях показатель окатанности колеблется от 1 до 3.

Слоистость песков параллельная, иногда в них встречаются сохранившиеся волноприбойные знаки. Местами наблюдается еле заметное чередование тонких прослоек и линз с различной величиной зерен.

Если минералогический и петрографический состав гравийно-галечниковых отложений хорошо отражает состав исходного материала, то в песках установить его трудно. Пески почти целиком (от 90 до 95%) состоят из кварцевых зерен. Из остальных минералов наиболее часто встречаются полевой шпат, слюда и темные минералы. Количество слюды, по данным нескольких анализов, колеблется в пределах 1—3% от общего количества зерен. Анализы песков района Вихтерпалу и Ныва (северо-западное побережье) показывают практическое отсутствие слюды. На рис. 2 приведены графики минералогического состава песков по отдельным фракциям из Хяэдемээсте (южнее гор. Пяру) и Хара (северное побережье).

Органические вещества в песках в большинстве случаев отсутствуют. Но в Синди при инженерно-геологических изысканиях под чистыми песками была встречена линза сильно торфянистого песка мощностью до 1,2 м, содержание органики (потеря при прокаливании) в котором достигало 44%. Кроме того, известны случаи нахождения под песками прослоев торфа мощностью 10—30 см, образовавшихся до отложения песков в данном месте. Под давлением вышележащих песков торф обычно хорошо уплотнен.

Удельный вес песка приблизительно равен удельному весу кварца, т. е. 2,64—2,67.

* H. Rästa, *Ancylus-järve ja Littorina-mere rannamoodustistest Eesti NSV-s*, Научный отчет (рукопись), Институт геологии АН ЭССР, Таллин, 1956.

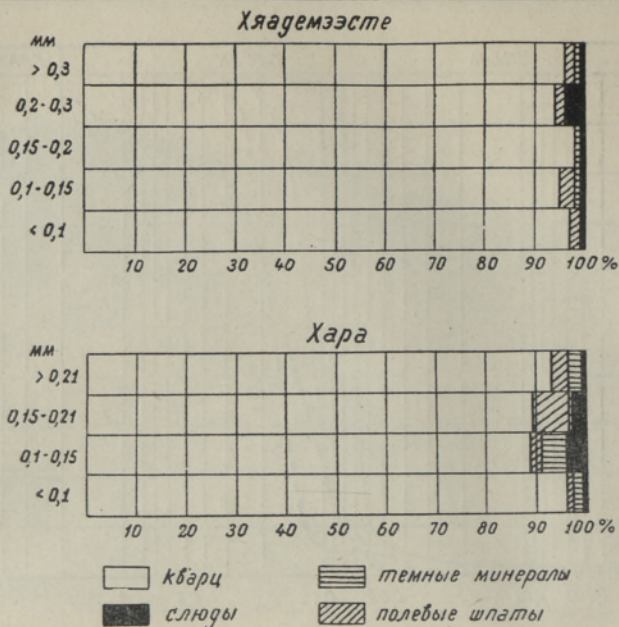


Рис. 2. Диаграмма минералогического состава морских песков по отдельным фракциям. (Анализы Х. Ряста).

Объемный вес водонасыщенных песков, залегающих ниже уровня грунтовых вод, колеблется от 1,8 до 2,1. Пески, лежащие выше уровня грунтовых вод, имеют объемный вес от 1,6 до 1,7 (рис. 3б).

Естественная влажность песков находится в прямой зависимости от уровня грунтовых вод. Весовая влажность водонасыщенных песков колеблется от 18 до 29% (рис. 3а), причем поры заполнены водой на 90—100%. Пробы, взятые выше уровня грунтовых вод, имеют влажность 4—7%, при заполнении пор водой на 18—25%.

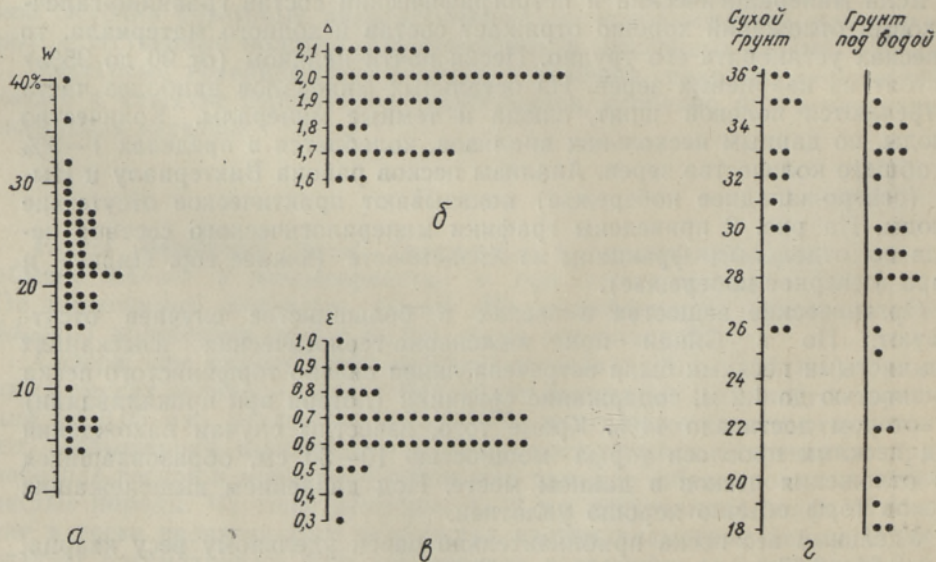


Рис. 3. Диаграммы разброса показателей некоторых физических свойств морских песков Эстонии: а — влажность; б — объемный вес; в — коэффициент пористости; г — углы естественного откоса.

Значения коэффициента пористости колеблются в основном от 0,57 до 0,75 (рис. 3в).

Результаты лабораторных определений угла естественного откоса песков приведены на рис. 3г.

Причиной большой разбросанности значений объемного веса, пористости и влажности, помимо действительной неоднородности песков, являются, по-видимому, и некоторые нарушения естественного сложения при взятии монолитов. Бурение производилось обычно желонкой с обсадкой скважин трубами. При извлечении грунта желонкой вместе с ним извлекается и вода, что вызывает разность напоров и усиленное поступление воды в обсадную трубу через ее нижний конец. Притекающей водой привлекается и песок, который образует иногда «пробки» высотой в несколько метров. Естественно, что при таких условиях грунт под нижним концом обсадной трубы разрушается на некоторую глубину и отобранные образцы не могут отражать его естественного состояния. Иногда, ввиду большой плотности песка, грунтонос погружался с боем, что также нарушало естественную структуру грунта.

Коэффициенты фильтрации песков, определенные трубкой СПЕЦГЕО, колеблются от 1 до 5 м/сутки, достигая максимально 7—8 м/сутки.

Необходимо отметить, что определяемые лабораторным путем коэффициенты фильтрации песков нарушенной структуры могут сильно отличаться от действительных, так как в естественном залегании песок, как было сказано выше, часто обладает горизонтальной слоистостью в виде чередования прослоев зерен различной крупности. Поэтому для расчета притока воды в котлованы или в траншеи, сооружаемые ниже уровня грунтовых вод, нельзя применять полученные в лаборатории коэффициенты фильтрации. Для этого необходимо в каждом отдельном случае произвести опытные откачки.

Во многих инженерно-геологических отчетах отмечается плавунный характер песков. Однако «плавучесть» определялась всегда только по



Фото 2. Авария в траншее для канализационного коллектора в результате внезапного разжижения и выпирания морского песка.

образованию «пробок» в обсадных трубах при бурении, что, очевидно, явилось следствием гидродинамического взвешивания песка.

До настоящего времени нет достоверных сведений о наличии среди четвертичных морских песков Эстонии истинных пльвунов. Однако как в скважинах, так и в строительных котлованах, огражденных водонепроницаемыми шпунтовыми стенами, может происходить разжижение песка под действием восходящего фильтрационного потока в том случае, когда напорный градиент превышает критическую величину (возникает так называемый псевдопльвун). Для иллюстрации этого явления приведем описание аварии, случившейся в траншее для устройства канализационного коллектора в Таллине.

Траншея была пройдена экскаватором в песке до глубины 2,5—2,7 м, причем откосы во время строительства держались почти отвесно. Для укладки коллектора дно траншеи углублялось и расчищалось еще и вручную, а для защиты низов откосов от размыва фильтрующейся грунтовой водой по обе стороны были забиты дощатые шпунтовые ограждения, которые практически были водонепроницаемы. Во время работы производилось усиленное водопонижение через специально для этой цели вырытые на дне траншеи шурфы.

После окончания траншеи начались дожди. Спустя несколько дней после дождливого периода произошло внезапное разжижение песка на дне траншеи. Оно сопровождалось небольшим (до 0,3 м) оползанием восточного склона. Под напором сдвигающегося берегового массива разжиженный песок оказался выжат между шпунтовыми стенами приблизительно на один метр, сломав часть деревянных распоров (фото 2). Шпунтины при этом наклонились и выперлись немного вверх. По словам очевидца, выпирание сопровождалось сильным выделением воды из грунта. На следующий день выжатый песок был уже покрыт глубокими трещинами (фото 2). Последние образовались, по-видимому, в последних фазах поднятия дна траншеи, когда лишняя вода верхней части выпертого песка успела уже стечь.

Следует отметить, что разжижение и выпирание песка не распространились на участок траншеи, который еще не был огражден шпунтом, а резко закончились у конца шпунтовых стен. Это, по нашему мнению, свидетельствует о том, что разжижение и сдвиг песков были вызваны именно шпунтовыми стенами, препятствовавшими свободному стоку грунтовых вод в траншею и создавшими тем самым разницу напоров. Аварии, следовательно, можно было бы избежать, производя откачку воды вне шпунтовых стен, а может быть, даже и при менее интенсивной откачке воды из самой траншеи.

В мелко- и тонкозернистых морских песках при соответствующих условиях могут возникать интенсивные суффозионные явления. Интересным примером этого может служить разрушение дороги в Мяхе (окрестность Таллина), проложенной на названных отложениях. Во время весеннего паводка песок был вынесен из-под дороги, вследствие чего гравийно-булыжное дорожное покрытие опустилось местами до уровня дна придорожных канав (фото 3).

Фильтрационный поток возник вследствие разности уровней воды в смежных канавах, Суффозии и оседанию способствовали, по-видимому, и сотрясения от проезжающего транспорта.

Устройство осушительных систем на участках, сложенных морскими песками, иногда связано с большими трудностями. Угол естественного откоса песков под водой в большинстве случаев колеблется около 30° (рис. 3г), падая иногда до $18\text{--}20^\circ$. При фильтрации воды из грунта в канаву, что обычно имеет место, угол откоса уменьшается.

Мелко- и тонкозернистые пески, кроме того, легко размываются поверхностными водами. Все это приводит к очень быстрому разрушению стенок осушительных канав и каналов.



Фото 3. Оседание шоссейной дороги в результате суффозионного выноса мелкого песка из ее основания.

Дороги, построенные на морских песках, редко страдают морозными деформациями, что объясняется незначительным содержанием в этих песках пылеватых фракций.

Отложения прибрежного морского дна

Отложения прибрежного морского дна, как уже указывалось выше, на территории Эстонской ССР довольно редки. В значительной мощности они встречаются только в глубоких заливах северного побережья. При строительстве портовых причалов они были обнаружены местами и на пологом западном побережье, где их мощность, однако, не превышает 1—2 м.

Некоторые сведения о геологии и инженерно-геологических свойствах этих отложений получены на территории г. Таллина и по Таллинскому заливу, где производились изыскания для городского и портового строительства.

В районе Таллина отложения прибрежного морского дна представлены пестрым комплексом илов, глин, суглинков, супесей и даже пылеватых песков. В совокупности их можно назвать супесчано-илистыми отложениями, представляющими собой разновидность отложений прибрежного морского дна.

Цвет пород серый, некоторые обогащенные органическими веществами разности почти черные.

Супесчано-илистая толща залегает в корытообразных Коплиской и Таллинской бухтах. Она подстилается кембрийскими глинами и мо-

реной. Местами же супесчано-илистые отложения лежат на мелкозернистых песках, содержащих крупнозернистые и гравелистые прослои. Эти пески могут быть либо флювиогляциальными, либо береговыми образованиями.

По данным «Гидропроекта», в низах толщи преобладают более глинистые разности. Кверху увеличивается песчаность. На суше и в прибрежной зоне бухт рассматриваемые отложения сверху покрыты тонко- и мелкозернистыми песками.

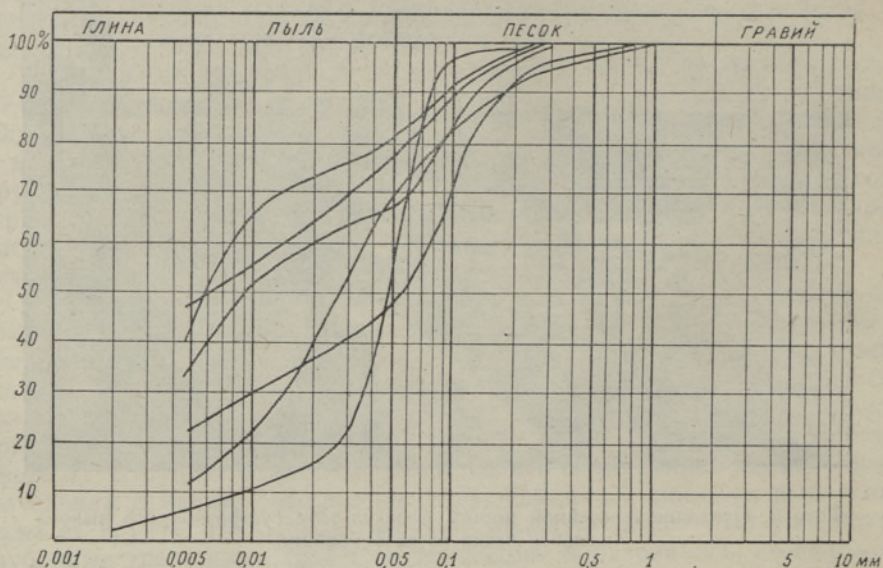


Рис. 4. Кривые гранулометрического состава супесчано-илистых отложений.

Стратиграфия супесчано-илистых отложений почти не изучена. В 1946 г. Проектно-изыскательское бюро № 1 «Гидропроекта», производившее в Таллине инженерно-геологические изыскания, выслало в лабораторию пылевого анализа ВСЕГЕИ двадцать проб для определения пылевого комплекса. Многие из этих проб оказались немymi. Пылевые спектры остальных показали их принадлежность к бореальной, атлантической и суббореальной климатическим стадиям, что соответствует анциловой и литориновой стадиям Балтийского моря. Проб с добореальной пылью среди исследованных не оказалось. Это обстоятельство, как отмечает в своем отчете и С. М. Орлянкин («Гидропроект»), разумеется, не может служить окончательным доказательством отсутствия в Таллинском заливе добореальных (доанциловых) отложений. Они могут выявиться в низах толщи при более подробных палинологических исследованиях.

Литологически описываемая толща представлена, как было указано выше, всевозможными переходными грунтами — от мелкозернистых песков до глин. Как показали примерно 80 анализов, для всей толщи характерно высокое содержание пылеватых частиц (обычно 20—60%). Песчаных фракций диаметром свыше 0,25 мм встречается мало — редко более 1,2%. На рис. 4 приведены некоторые кривые гранулометрического состава, характерные для супесчано-илистых отложений. Текстура этих отложений не изучена, так как они залегают ниже уровня грунтовых вод, что затрудняет непосредственный доступ к ним.

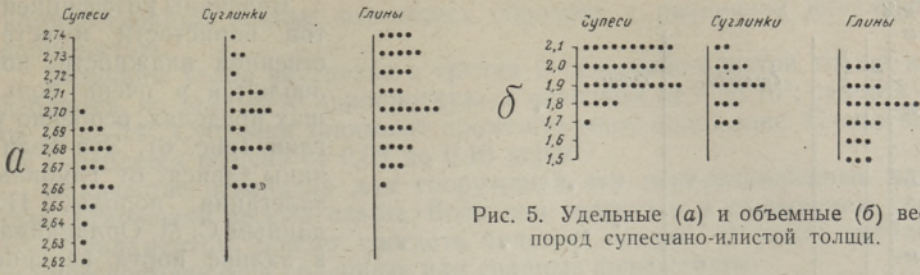


Рис. 5. Удельные (а) и объемные (б) веса пород супесчано-илистой толщи.

Содержание органических веществ (потеря при прокаливании) доходит до 11%*. С увеличением глубины содержание органики в породе обычно уменьшается.

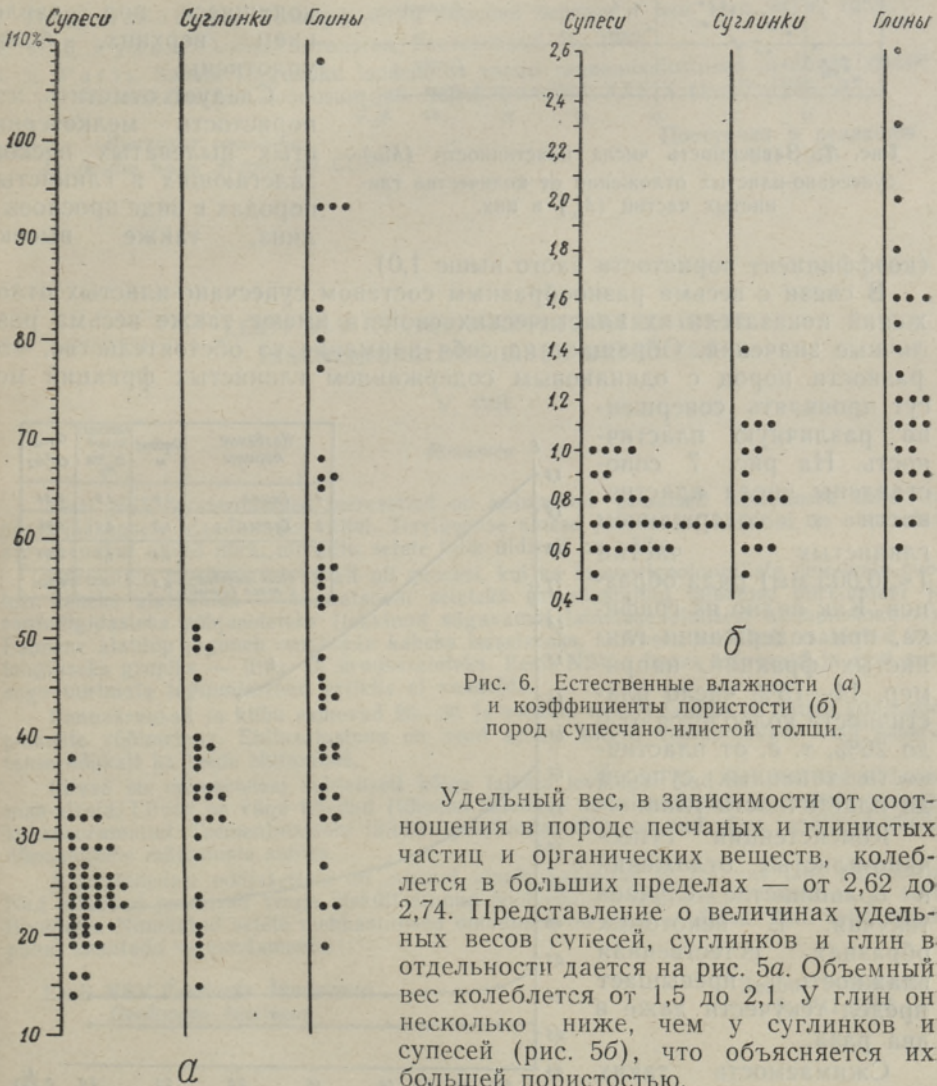


Рис. 6. Естественные влажности (а) и коэффициенты пористости (б) пород супесчано-илистой толщи.

Удельный вес, в зависимости от соотношения в породе песчаных и глинистых частиц и органических веществ, колеблется в больших пределах — от 2,62 до 2,74. Представление о величинах удельных весов супесей, суглинков и глин в отдельности дается на рис. 5а. Объемный вес колеблется от 1,5 до 2,1. У глин он несколько ниже, чем у суглинков и супесей (рис. 5б), что объясняется их большей пористостью.

* Определения содержания органических веществ имеются только из грунтов Коплиской бухты.

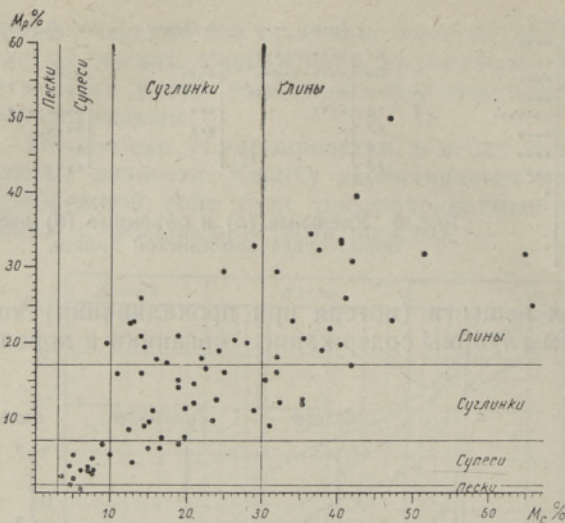


Рис. 7. Зависимость числа пластичности (M_p) супесчано-илистых отложений от количества глинистых частиц (M_c) в них.

(коэффициент пористости часто выше 1,0).

В связи с весьма разнообразным составом супесчано-илистых отложений показатели их пластических свойств имеют также весьма различные значения. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что разности пород с одинаковым содержанием глинистых фракций могут проявлять совершенно различную пластичность. На рис. 7 сопоставлены числа пластичности с содержанием глинистых частиц ($< 0,005$ мм) ряда образцов. Как видно из графика, при содержании глинистых фракций, например, 14—15% число пластичности колеблется от 6 до 26%, т. е. от пластичности типичных супесей до пластичности глин.

Консистенция супесчано-илистых отложений в большинстве случаев текучая. В некоторых образцах естественная влажность превышает предел текучести даже в два раза.

Сжимаемость таких переувлажненных грунтов, конечно, большая. На рис. 8 приведены

Величины коэффициентов пористости и естественной влажности колеблются в очень больших пределах, особенно у глин (рис. 6). Эти величины зависят от глубины залегания породы. По данным С. М. Орлянкина, в заливе порта верхние слои (глубиной до 2—4 м ниже дна) находятся в весьма рыхлом состоянии. Нижние слои, находящиеся под давлением верхних, более уплотнены.

Следует отметить, что пористость мелкозернистых пылеватых песков, залегающих в глинистых породах в виде прослоев и линз, также высока

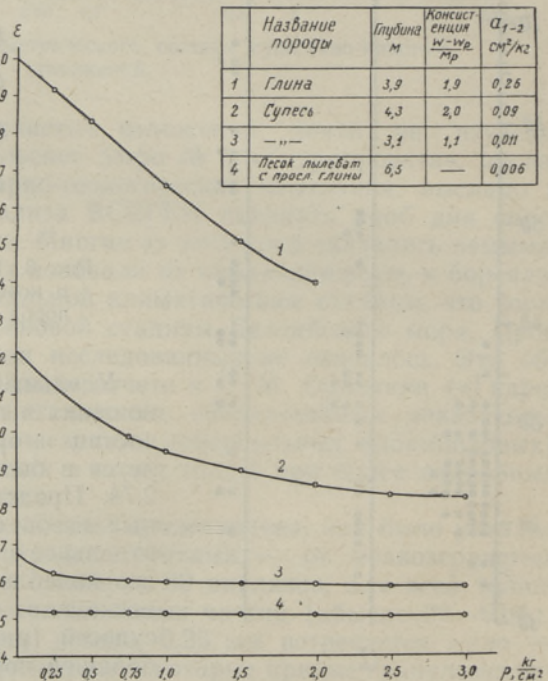


Рис. 8. Компрессионные кривые образцов супесчано-илистых отложений.

компрессионные кривые некоторых образцов с различной начальной пористостью.

Величины углов внутреннего трения в супесчано-илистой толще колеблются, по данным «Гидропроекта», в основном от 7 до 15°; супесей — от 16 до 24°. Суглинки занимают промежуточное положение. Сцепление их колеблется обычно от 0,02 до 0,15 кг/см².

В качестве основания для сооружений эти переувлажненные илистые отложения весьма слабы. Если они окажутся в сжимаемом слое под фундаментом, можно ожидать больших осадок. В таких случаях обычно применяются сплошные или свайные фундаменты.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. К. Леонтьев, Геоморфология морских берегов и дна, Изд. МГУ, 1955.
2. Л. Б. Рухин, Основы литологии, Гостехиздат, М., 1953.
3. E. Parts, Sakala kõrgustiku loodenõlva vanad rannamoodustused ja nende maastikuline tähendus, Loodusuurijate Seltsi Aruanded, XXXIX (1—2), 1933.

Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
5 VII 1958

EESTI NSV KVATERNAARSETE MERESE TETE INSENERIGE O O L O O G I L I S E D O M A D U S E D

V. Olli

Resüme

Eesti NSV kvaternaarsed meresetted on kujunenud peamiselt Läänemere hilis- ja pärastjääaegsete staadiumide vältel. Terrigeense ainese juurdevool basseini on nimetatud ajavahemikul olnud nõrk, mistõttu setete hulk üldiselt on väike.

Meresetted jagunevad teravalt nii geneesi, kui ka insenerigeoloogiliste omaduste poolest kaheks alatüübiks — rannatsooni seteteks (moodustunud lainetuse piirkonnas) ja rannaligidasteks põhjaseteteks (tekkinud sügavamal lainetuse olulisest mõjupiirkonnast). Esimene alatüüp jaguneb omakorda kaheks iseseisvaks, looduses harilikult eraldatud litooloogiliseks grupiks — liiva- ja kruusaseteteks. Eesti NSV-s harva esinevaid ja seni peaaegu uurimata laguunisetteid artiklis ei vaadelda.

Rannakruusad ja klibu esinevad 20—30 ja rohkem meetri laiuste ja mitme kilomeetri pikkuste võõtmetena. Ehitusalustena on need setted kõigiti vastupidavad. Neid kasutatakse edukalt ka teede ehitamisel.

Liivad on meresetetest suhteliselt kõige laiema levikuga. Nad katavad kohati suuri maa-alasid. Liivad on väga tihedad (tihedus lähedane maksimaalsele) ja seetõttu peaaegu kokkusurumatud. Tsementatsiooni täieliku puudumise tõttu on nad väga tundlikud hüdrodünaamiliste mõjustuste suhtes.

Rannalähedasi põhjaseteid on auritud ainult Tallinnas ja Tallinna lahe piirkonnas. Nad esinevad peamiselt veega üleküllastunud poolvedelate savidena, liivsavidena ja savi-liivadena. Nimetatud setete mehhaanilised omadused on väga madalad. Tihti tuleb nende puhul kasutada vaivundamente.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut

Saabus toimetusse
5. VII 1958

DIE INGENIEURGEOLOGISCHEN EIGENSCHAFTEN DER QUARTÄREN MEERESABLAGERUNGEN DER ESTNISCHEN SSR

V. Olli

Zusammenfassung

Die quartären Meeresablagerungen der Estnischen SSR sind im wesentlichen während der spätglazialen und der postglazialen Stadien der Ostsee entstanden. In diesem Zeitabschnitt war der Zufluss terrigenen Materials ins Becken ziemlich schwach, so dass die Gesamtmenge der Sedimente im allgemeinen gering ist.

Die Meeresablagerungen weisen sowohl genetisch als auch in bezug auf ihre ingenieurgeologischen Eigenschaften zwei deutlich unterscheidbare Typen auf: Sedimente der Strandzone (im Brandungsbereich entstanden) und Sedimente des strandnahen Meeresgrundes (entstanden in einer Tiefe, wo Brandung und Wellen keine bemerkenswerte Wirkung ausüben). Der erste Typ umfasst wiederum zwei selbständige, in der Natur gewöhnlich getrennt auftretende lithologische Gruppen: Sande (Strandsande und strandnahe Seichtwassersande) und Kies. Die in der Estnischen SSR selten vorkommenden und fast unerforschten Lagunenabsätze werden im Artikel nicht berücksichtigt.

Strandgeröll und -schotter bilden an vielen Stellen mehrere Kilometer lange Zonen, die eine Breite von 20—30 Meter und darüber erreichen. Als Bauuntergrund verwendet, sind diese Ablagerungen überaus widerstandsfähig. Auch für den Strassenbau können sie mit Erfolg gebraucht werden.

Am meisten sind die Sande verbreitet. Sie bedecken stellenweise ausgedehnte Flächen. Da sie sehr dicht sind (ihre Dichtigkeit nähert sich der maximalen), so sind sie sehr wenig zusammendrückbar. Beim völligen Fehlen der Zementation sind sie gegen hydrodynamische Einwirkungen sehr empfindlich.

Strandnahe Meeresgrundsedimente sind nur in Tallinn und im Bereich der Tallinner Bucht untersucht worden. Es sind vornehmlich wassergesättigte halbflüssige Ton- und Lehmböden, deren mechanische Eigenschaften durchaus unzulänglich sind. Oft verwendet man hierbei die Pfahlfundation.

*Institut für Geologie
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*

Eingegangen
am 5. Juli 1958