3. Коваленко Д. Н. Минералогический состав советских и некоторых зарубежных бентонитовых глин. — В сб.: Бентонитовые глины Украины. Киев, Изд-во АН УССР, 1960, вып. 4, с. 47—54.
4. Шуменко С. И. Литология и породообразующие организмы верхнемеловых отложений востока Украины и области Курской магнитной аномалии. Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1971. 164 с.

УДК 550.47 564.818

В. К. КОКУНЬКО

ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАКОВИНЕ КРАНИИД (БЕЗЗАМКОВЫЕ БРАХИОПОДЫ) В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Биогеохимические исследования беззамковых брахиопод позволили наметить зависимость содержания микроэлементов в их раковинах от видовой принадлежности и физиологических особенностей индивидуума. Сделать какие-либо конкретные выводы на том этапе работ мы не могли из-за ограниченности количества исследованных объектов. Однако, в результате исследования анализов немногочисленных беззамковых брахиопод удалось подойти к постановке вопроса о зависимости в содержании микроэлементов от принадлежности отдельных индивидуумов или всей популяции к той или иной стадии метаболического цикла. Таким образом возникла необходимость проведения данных исследований на массовом материале.

Материалом для решения данной задачи послужили послойные сборы остатков беззамковых брахиопод, относящихся к пяти видам: Danocrania tuberculata Schloth., D. polonica Roz., D. transversa Lundgr., D. semicostulata Roz., Isocrania posselti Ros. Материал был отобран из разрезов датского яруса Западного (Глубокий Яр) и Центрального (Айлянма-кая) Крыма. Для исследования отбирались раковины хорошей сохранности, наиболее характерные в возрастном отношении для данного слоя. При отборе материала для лабораторных исследований определялся размер раковин, количество линий нарастания, толщина створки, цвет раковинного вещества, а также характер сохранности и фоссилизации. Было проанализировано 90 раковин Danocrania tuberculata и 33 раковины Danocrania polonica. Морфологический анализ показал, что основная масса раковин имеет средний размер 8—12 *см* и насчитывает от 2 до 5 линий нарастания. Сохранность раковин хорошая. Вторичные изменения весьма незначительно затронули раковины Danocrania tuberculata и более интенсивно развиты (окремнение) в раковинах D. polonica. Раковины, относящиеся к видам D. semicostulata, D. transversa и Isocrania posselti единичны и поэтому результаты анализов по ним при интерпретации не учитывались.

Препарирование и очистка раковин от вмещающей породы производилась с использованием ультразвуковой установки «Ультрастом» с напаянными победитовыми наконечниками, а также бормашины БФ-3 с набором зубных боров, дисков и конусов, армированных алмазами. Следует отметить, что применение ультразвукового аппарата и дисков, армированных алмазами, позволило в значительной мере устранить возможность загрязнения пробы за счет вмещающих пород.

Количественное изучение элементарного химического состава раковинного вещества производилось на спектрографе ИСП-28 по методике, разработанной ранее [4].

Спектральный анализ позволил выявить наличие в раковинах брахиопод, относящихся к двум вышеуказанным видам, следующих микроэлементов: Mg, Sr, Mn, Fe, Al, Cu, Si. Колебания содержаний микроэлементов в раковинах в зависимости от видовой принадлежности и приуроченности их к тому или иному литолого-фациальному типу вмещающих пород, совпадают с опуб-

ликованными ранее результатами [1, 3]. Для выявления содержаний микроэлементов в раковинах краниид были предприняты исследования различных возрастных серий. Экземпляры разного возраста отличаются по количеству концентрических линий нарастания и размерам раковины (длина, ширина).

На кривых средних содержаний Mg и Sr в раковинах Danocrania tuberculata, имеющих от 1 до 10 линий нарастания, выявлено три экстремума — два максимума и один минимум. Первый максимум отчетливо фиксируется для раковин, имеющих небольшое количество линий нарастания. Второй мак-

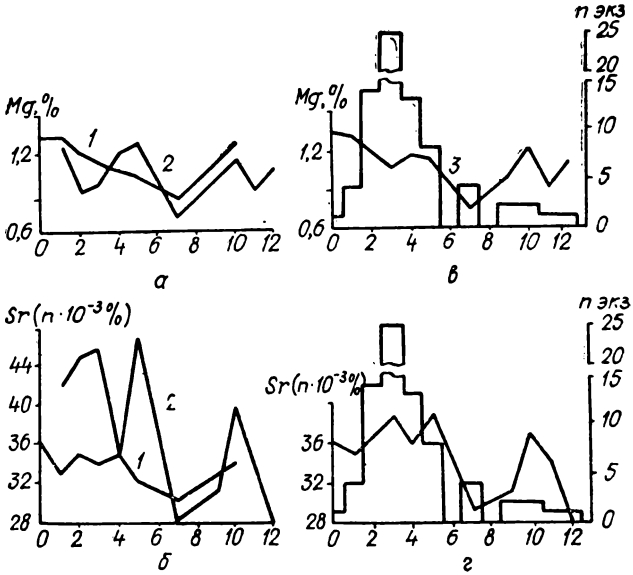


Рис. 1. Графики изменения содержаний Mg и Sr в раковинах датских краниид в зависимости от числа концентрических линий нарастания. 1, *а* — график изменения содержаний Mg; 1, *б* — график изменения содержаний Sr; 1, *в* — график средних содержаний Mg и гистограмма количества проанализированных раковин; 1, *г* — график средних содержаний Sr и гистограмма количества проанализированных раковин;
1 — Danocrania tuberculata (Schloth.) Глубокий яр; *2* — D. polonica Roz. Зап. Айлянма-Кая; *3* — Danocrania в целом.

симум характеризует экземпляры, имеющие наибольшее (10) количество линий нарастания. Промежуточные экземпляры (5—7 линий нарастания) образуют на кривой минимум, экстремальная точка которого соответствует экземплярам, имеющим 7 линий нарастания. Следует отметить, что зона минимума сдвинута в правую часть графика (рис. 1, *а, б*). Кривая содержаний Mg имеет более плавный характер, чем кривая содержаний Sr. В общем сходная с вышеописанной зависимость фиксируется и для раковин Danocrania polonica. Однако, несмотря на одинаковое положение экстремальной точки минимума на оси абсцисс (7 линий нарастания), минимальные содержания перемещаются в среднюю часть графика, так как раковины Danocrania polonica

обладают большим количеством линий нарастания. Вторым биогеохимическим отличием для D. polonica является более дифференцированный характер кривой. Кроме того, два исследуемых вида отличаются по средним содержаниям Sr: в раковинах Danocrania tuberculata. Содержание Sr в 2 раза меньше, чем в раковинах D. polonica (рис. 1, *б*). Сравнение графиков содержания микроэлементов с гистограммами количества проанализированных раковин (рис. 1, *б, в*) показывает, что наибольшее распространение в разрезе имеют раковины, обладающие небольшим и средним количеством линий нарастания (2 — 5).

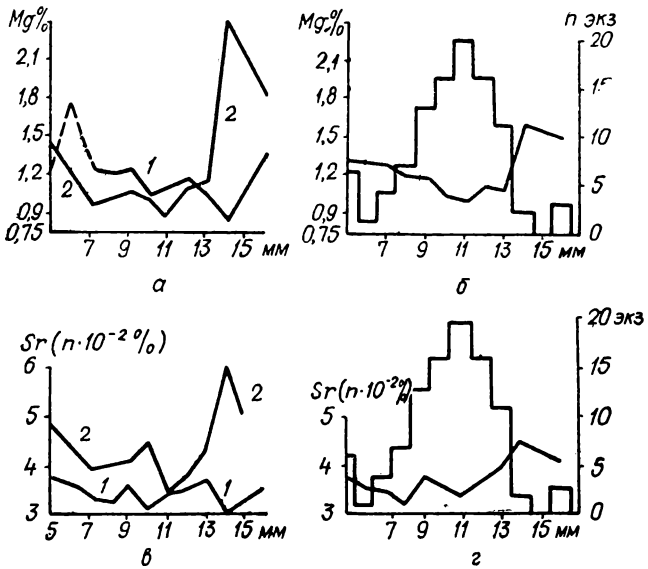


Рис. 2. Графики изменения содержаний Mg и Sr в раковинах краниид различных размеров. Объяснение см. в рис. 1.

Описанные закономерности подтверждаются и на графиках зависимости содержания Mg и Sr от размера раковины. Некоторое отличие заключается в колебаниях содержаний Mg в раковинах Danocrania polonica. Мы предполагаем, что аномальные максимумы содержаний этого микроэлемента в маленьких раковинах Danocrania tuberculata и крупных раковинах Danocrania polonica связаны с небольшим количеством проанализированного материала, о чем свидетельствует сопоставление графиков с гистограммами количества раковин. Однако следует отметить, что значения максимумов все же выше, чем верхний предел колебаний Mg в раковинах, имеющих средние размеры (рис. 1, *в*). Это же явление иллюстрируется и для аномально высоких содержаний Sr в крупных раковинах Danocrania polonica.

Единичные, не проверенные на массовом материале данные по распределению меди в раковинах Danocrania tuberculata различного размера указывают на падение содержаний этого микроэлемента от молодых раковин к взрослым (рис. 2).

Полученные данные, несомненно, позволяют связывать изменения концентрации микроэлементов в раковинах краниид со стадиями жизненного цикла. Молодые раковины размером менее 10 *мм,* имеющие до 5 концентрических линий нарастания, характеризуются повышенными содержаниями Mg

и Sr в раковинном веществе. Раковины зрелых особей отличаются резким снижением концентраций этих микроэлементов. И, наконец, у старческих особей вновь возникает способность к концентрированию в раковине Mg и Sr в максимальных количествах. Установленная неравномерность концентрации микроэлементов в раковине, по-видимому, отражает различную интенсивность энергетических процессов в организме на протяжении жизненного цикла. Подобные явления на биогеохимическом материале ранее описывались нами для замковых брахиопод [1, 3].

На неравномерность процессов метаболизма указывают и данные структурных исследований [2]: в раковинах некоторых петлеопорных брахиопод на разных стадиях роста происходит увеличение, либо уменьшение количества пор на единицу площади поверхности створки.

Использование палеотемпературных интерпретаций и соображений о нарастании раковины в разные сезоны года для объяснения выявленной закономерности колебания Mg и Sr не представляется возможным ввиду сходства кривых содержаний этих микроэлементов. Ранее было установлено [1], что биогеохимические особенности Mg и Sr проявляются противоположно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кац Ю. И., Кокунько В. К. Биогеохимическая характеристика датских и палеогеновых брахиопод Крыма и ее значение для систематики и палеогеографических реконструкций. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география», вып. 6, 1974, с. 38—45.
2. Кац Ю. И., Попов А. М. Новые данные о структуре раковин петлеопорных брахиопод. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология», вып. 5, 1974, с. 22—33.
3. Кокунько В. К. Об элементарном химическом составе раковин представителей рода Gryphus из эоценовых отложений Крыма. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география», вып. 6, 1974, с. 45—51.
4. Лапчинская Л. В. К вопросу о биогеохимических исследованиях раковин позднемеловых брахиопод. — «Вестн. Харьк. ун-та», 1970, сер. геол. вып. 1, с. 62—76.

УДК 550 47 564.85

В. К. КОКУНЬКО

К ВЫЯВЛЕНИЮ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАКОВИННОМ ВЕЩЕСТВЕ ДАТСКИХ ТЕРЕБРАТУЛИД (ЗАМКОВЫЕ БРАХИОПОДЫ)

Раковины петлеопорных брахиопод обладают сложным внутренним строением и по особенностям строения стенки подразделяются на две группы. Эти группы отличаются друг от друга макро- и микроструктурой раковин. Структурные [4] и биогеохимические [2, 3] исследования показали, что в раковинах петлеопорных брахиопод, относящихся к различным таксонам, содержание микроэлементов испытывает значительные колебания. В частности, установлено, что трехслойные формы в общем характеризуются пониженными содержаниями Mg и Sr по сравнению с двухслойными [2, 3]. На основании единичных анализов было отмечено, что в различных частях раковин распределение содержания микроэлементов различно и, возможно, имеет закономерность.

Для выявления особенностей распределения микроэлементов в различных частях раковины изучались двухслойные петлеопорные брахиоподы. Выбор материала контролировался наличием соответствующей техники и более простым внутренним строением двухслойной раковины по сравнению с трехслойной.

При отборе материала для выявления отличий в распределении микроэлементов в разных частях раковины учитывались следующие факторы: взаимоотношение с вмещающей породой; сохранность раковины в целом и первичного слоя в частности; вторичные изменения; окраска и ее распределение и т. д. По этому принципу было отобрано и проанализировано 14 раковин Terebratula fallax Lundgr., 6 раковин Chatwinotyris lens Nilss. и 3 раковины Chatwinotyris cypliensis Sahni.

Поперечный разрез створки двухслойных брахиопод примитивно (не вдаваясь в дробные подразделения) можно представить следующим образом (рис. 1): раковина состоит из первичного и вторичного слоев. Первичный слой по всей поверхности перекрывает раковину от переднего края до макушки включительно. Вторичный слой составляет основную массу стенки раковины. Кроме изучения элементарного химического состава в первичном и вторичном слоях, была отдельно проанализирована внутренняя часть вторичного слоя (слой облекания). Раздельному анализу были подвержены спинная и брюшная створки, а также разные части одной створки: макушка, передний край, замочный отросток, петли.

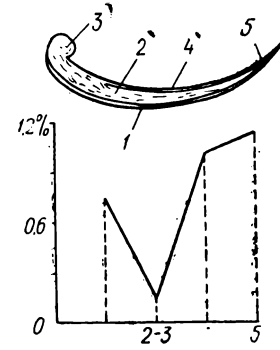


Рис. 1. Схема отбора материала для биогеохимических исследований и график изменения содержаний магния в различных частях раковины:
1 — первичный слой;
2 — вторичный слой;
3 — макушечная часть;
4 — внутренняя часть вторичного слоя (слой облекания); *5* — лобный край.

Подготовка раковин к анализу производилась самым тщательным образом. Основная задача препарирования заключалась в том, чтобы не нарушить первичный слой и в то же время не оставить вмещающей породы. Предварительное препарирование производилось при помощи обычного, специально подобранного слесарного инструмента (щипцы, зубила, сверла...), бормашины и ультразвукового аппарата «Ультрастом» с напаянными победитовыми наконечниками (амплитуда колебаний максимальная). Окончательная очистка раковины от вмещающей породы производилась под бинокуляром с использованием игл и ультразвуковой установки без победитовых напаек в режиме пониженной амплитуды колебаний. Подготовка раковины к анализу, т. е. снятие необходимого для анализа слоя (отделение первичного слоя от вторичного), производилась двумя способами. Первый способ заключается в кратковременном нагревании раковины в муфельной печи до температуры 200—220° и в последующем быстром охлаждении ее. Происходит как бы шелушение первичного слоя, который затем под бинокуляром отделяется при помощи иглы от вторичного. Второй способ заключается в механическом снятии первичного слоя при помощи диска мелкоармированного алмазами. Снятие производится легкими (без нажима) плавными движениями. Контроль за чистотой снятия первичного слоя производился под бинокуляром. Первичный слой снимался равномерно по всей поверхности раковины.

После того, как набиралось необходимое для анализа количество вещества, раковина подвергалась «обдирке» при помощи того же алмазного диска до полного удаления первичного слоя. Результаты анализов показали, что разница в содержании микроэлементов, в зависимости от первого или второго способа отделения первичного слоя, находится в пределах ошибки анализа. Таким же образом производилось отделение самой внутренней части вторичного слоя (слоя облекания). Безусловно, что подобная методика не гарантирует от засорения одного слоя за счет другого. Однако мы считаем, что процент засорения весьма незначителен и ни в коем образе не повлияет на общую картину распределения микроэлементов в различных

частях раковины. Поэтому, довольно условно, мы позволим себе оперировать такими терминами как первичный и вторичный слой, в то время, когда на самом деле правильнее было бы говорить первичный слой с незначительной примесью внешней части вторичного слоя (первого радиального подслоя).

Результаты спектрального анализа и интерпретация таблиц, диаграмм и гистограмм содержания элементов показали, что распределение микроэлементов, в зависимости от приуроченности пробы к той или иной части раковины, довольно неравномерно и претерпевает значительные колебания. У всех проанализированных объектов в первичном слое отмечается повышенное,

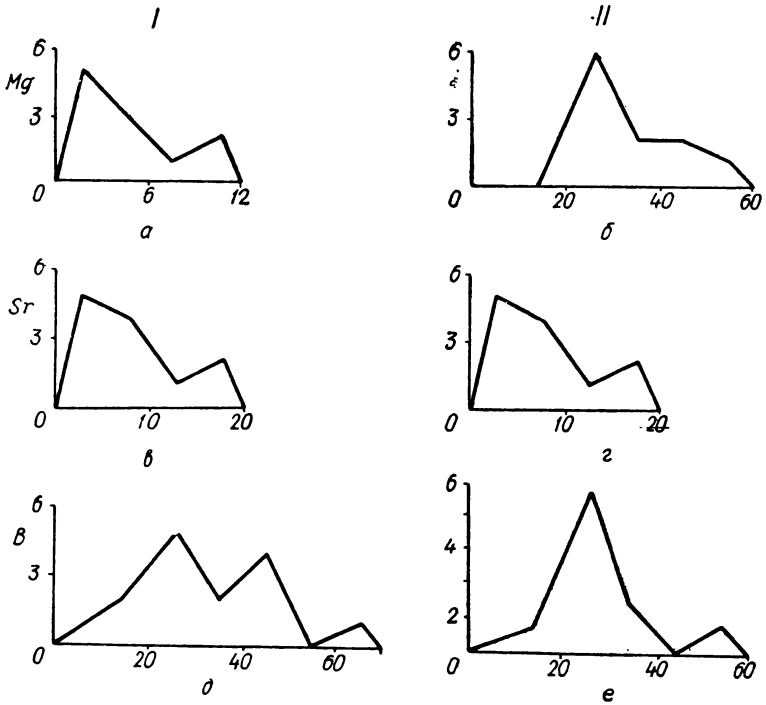


Рис. 2. Гистограммы содержаний Mg (*а, б*); Sr (*в, г*); B (*д, е*); I — первичный слой; II — вторичный слой.

в сравнении со вторичным, содержание Mg и Sr. Колебания в содержании Mg для первичного слоя заключены в пределах от 0,8 до 1,65%, для вторичного слоя — 0,07—1,3%. Соответственно, колебания в содержании Sr составляют: для первичного слоя — 0,14—0,39%; для вторичного — 0,03—0,19%. Таким образом, мы констатируем повышенные содержания Mg и особенно Sr для первичного слоя в сравнении со вторичным [рис. 2]. Для внутренней части вторичного слоя (слой облекания) получены значения, приближающиеся к содержанию этих элементов в первичном слое.

Содержание бора в первичном и вторичном слоях носит менее четкую зависимость и тяготеет к обратной тенденции, т. е. к повышению концентраций во вторичном слое.

Наибольшие содержания Si (>1%) отмечаются для вторичного слоя. В первичном слое содержание этого элемента значительно ниже (0,24—1%).

В продольном разрезе раковины отмечается увеличение мощности вторичного слоя от лобного края к макушке, т. е. отношение первичный слой —

вторичный слой постепенно уменьшается по мере продвижения от переднего края к макушке. Анализ этих крайних точек показал, что в переднем крае раковины наблюдаются повышенные, по сравнению с примакушечной частью, содержания Mg и Sr. Кроме того, из сравнения анализов замочных отростков, петли и створки в целом отмечаем, что замочный отросток и петля — части раковины, полностью состоящие из одного вторичного слоя, характеризуются пониженными содержаниями Mg и Sr по сравнению с содержанием этих элементов во всей створке.

Проанализировав различия в содержании микроэлементов в разных частях раковины и в разных частях, составляющих стенку раковины, можно перейти к некоторым выводам.

1. Первичный слой раковинного вещества более обогащен Mg и Sr по сравнению со вторичным слоем.

2. В результате изучения разных частей раковины отмечается обратная корреляция между толщиной вторичного слоя и содержанием Mg и Sr (или прямая корреляция между отношением первичный слой / вторичный слой и содержанием этих элементов). Явным подтверждением этой корреляции служат данные спектрального анализа, полученные раздельно для спинной и брюшной створок одной и той же раковины (Terebratula fallax — 27 анализов). Спинная створка, как более тонкостенная, характеризуется повышенным содержанием Mg и Sr по сравнению с брюшной.

Различие в содержании Mg и Sr в разных частях стенки раковины может зависеть от ряда, а вернее от совокупности ряда причин.

По особенностям распределения Si, Mn и Fe в разных частях раковинного вещества было выявлено, что различные части раковины далеко неодинаково ведут себя по отношению к процессам фоссилизации. Однако, как отмечалось ранее [2, 3], существенного влияния на общую картину распределения микроэлементов в раковинном веществе этот процесс не имеет. Поэтому, вполне закономерно возникает предположение о различии в элементарном составе первичного и вторичного слоев (возможно различие минеральных форм).

Одним из главных факторов в распределении микроэлементов в различных частях раковинного вещества может выступать та же зависимость, что и в случае беззамковых брахиопод (см. статью в этом же сборнике), а именно: на ранней стадии роста раковины отлагается первичный слой и внешняя часть вторичного слоя — наблюдается максимум концентрации; вторая стадия — нарастание вторичного слоя — минимум концентрации и третий этап роста, характеризующийся формированием внутренней части вторичного слоя (слоя облекания) и переднего края раковины, состоящего из первичного слоя раковины и внутреннего слоя облекания (самой молодой части вторичного слоя, наиболее активно участвующей в энергообмене организма со средой) — максимальные содержания [рис. 1].

В дополнение к вышеизложенному, на эти различия в содержании микроэлементов, возможно, накладываются различия органической составляющей различных частей стенки раковины [1]. Однако, окончательных выводов на данном этапе изучения мы сделать не можем, так как для этого необходимы особые методы расщепления раковинного вещества на слои и подслои и требуется применение более современных методов анализа (микроанализаторы и т. д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсков И. С. Значение органической фазы скелета для его минералогии и распределения малых элементов. — «Вестн. Моск. ун-та. Геология», вып. 5, 1974, с. 32—43.
2. Кац Ю. И., Кокунько В. К. Биогеохимическая характеристика датских и палеогеновых брахиопод Крыма и ее значение для систематики и палеогеографических реконструкций. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география». Вып. 6, 1974, с. 38—45.

3. Кокунько В. К. Об элементарном химическом составе раковин представителей рода Gryphus из эоценовых отложений Крыма. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география», вып. 6, 1974, с. 45—51.
4. Попов А. М. Структура раковин позднемеловых и палеогеновых брахиопод и значение ее исследований для систематики, филогении и палеогеографии. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. Харьков, 1974. 27 с.

УДК 631.423.3

П. В. КОВАЛЕВ, д-р геогр. наук, *Б. Б. АНДРИЕНКО*

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ЧАСТИ СТЕПНЫХ СОЛОНЦОВ, СФОРМИРОВАВШИХСЯ НА РАЗНЫХ ПОРОДАХ

С каждым годом расширяются исследования высокодисперсных, в том числе глинистых минералов, встречающихся в почвах, глинах, осадках рек и морей, ирригационных наносах. Повышенный интерес к изучению минералов, имеющих коллоидную и предколлоидную дисперсность, вызван тем, что эти минералы в значительной мере определяют физико-химические свойства объектов, в которых они присутствуют. Такие свойства почв как вязкость, набухание, пластичность, влагоемкость во многом зависят от присутствия в них тех или иных минералов [1, 2].

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований высокодисперсных минералов образцов, взятых из степных солонцов Керченского полуострова и заповедника «Аскания-Нова». Разрезы заложены на целине и являются типичными для данных территорий. Разрез 15 заложен на территории Керченского мелиоративного района [4]. Это — холмисто-волнистая равнина с третичными отложениями, среди которых широко распространены сарматские и майкопские соленосные глины. Грунтовые воды на большей части территории отсутствуют. Почвы представлены степными комплексами черноземов солонцеватых и солонцов степных на третичных глинах. Солонец степной (разрез 15) заложен возле с. Чистополье Ленинского района Крымской области. Солонец степной мелко-столбчатый, среднесолончаковатый, среднеглинистый на продуктах выветривания сарматских глин. Разрез 19 заложен на территории Причерноморско-Приазовского высокого мелиоративного района. Район расположен севернее Сиваша на морской плиоценовой террасе. Это — сглаженная равнина, с большим количеством подов. Грунтовые воды залегают ниже 10 *м*. Почвенный покров представлен темно-каштановыми остаточно-солонцеватыми почвами, а в подах по склонам солонцами, лугово-черноземными глеесолодями и другими почвами. Солонец степной (разрез 19) заложен в заповеднике «Аскания-Нова», в большом Чаплинском поду, в верхней части склона северной экспозиции. Солонец степной среднепризматический, среднесолончаковатый, тяжелоглинистый на лессовидной глине.

Механический состав рассматриваемых солонцов является тяжелым (см. таблицу). По содержанию механических элементов в верхнем горизонте (0—7,0—10 *см*) почвы относятся к легкоглинистым иловато-крупнопылеватым, а в иллювиальном — к тяжелоглинистым крупнопылевато-иловатым [3]. В исследуемых солонцах отчетливо перераспределяется илистая фракция по генетическим горизонтам. В иллювиальном горизонте (Ih, 16—27 *см*, разрез 19; 20—46 *см*, разрез 15) ее количество увеличивается более чем на 20% (см. таблицу) по сравнению с элювиальным. К породе содержание частиц <0,001 *мм* в разрезе 19 уменьшается, а в разрезе 15 — увеличивается и на глубине 120—130 *см* достигает максимального количества (до 62%).

Содержание гумуса в степном солонце из «Аскании-Нова» вниз по профилю постепенно изменяется от 2,2—до 0,5%. В солонце на третичных глинах гумус более резко снижается вниз по профилю и уже на глубине 65 *см* его содержится всего 0,2%.