

## ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА САРМАТСКИХ ГЛИН

### © А.Н. Богомолов,

доктор технических наук,  
профессор,  
Волгоградский государственный  
технический университет,  
проспект Ленина, 28,  
400005, г. Волгоград,  
Российская Федерация,  
эл. почта: banzaritcyn@mail.ru

### © Ю.И. Олянский,

доктор геолого-минералогических наук,  
профессор,  
Волгоградский государственный  
технический университет,  
проспект Ленина, 28,  
400005, г. Волгоград,  
Российская Федерация,  
эл. почта: olyansk@list.ru

### © Е.В. Щекочихина,

кандидат геолого-минералогических наук,  
доцент,  
Волгоградский государственный  
технический университет,  
проспект Ленина, 28,  
400005, г. Волгоград,  
Российская Федерация,  
эл. почта: evg-chek@yandex.ru

### © Д.А. Чарыков

аспирант,  
Волгоградский государственный  
технический университет,  
проспект Ленина, 28,  
400005, г. Волгоград,  
Российская Федерация

### © Е.А. Степанова,

аспирант,  
Волгоградский государственный  
технический университет,  
проспект Ленина, 28,  
400005, г. Волгоград,  
Российская Федерация,  
эл. почта: ekserstepan@bk.ru

В статье рассматриваются условия залегания, состав и свойства сарматских глин, распространенных в пределах акватории древнего Сарматского моря, дается анализ изменчивости состава и свойств глин указанной территории, анализируются причины, обуславливающие эту изменчивость. Установлено, что основными факторами, определяющими различия в составе и свойствах сарматских глин, являются: генетические – различная величина солёности воды Сарматского бассейна в его западных и восточных частях и зональные климатические – различная увлажненность обеих территории в послесарматское время. Изучались два региона распространения сарматских глин: Северное Причерноморье (в пределах Молдовы) и Центральное Предкавказье (в пределах Ставропольской возвышенности). Первый в сарматское время (по Н.И. Андрусову) был приурочен к акватории Галицийского залива, а второй – Ставропольского пролива Сарматского моря. Результаты гранулометрического анализа позволяют отнести глины из обоих регионов к группе высокодисперсных грунтов, содержащих более 50% глинистых частиц. По этому показателю сарматские глины из обоих регионов почти не различаются. Это свидетельствует о том, что снос терригенного материала в Сарматский морской бассейн проходил в основном из одного региона – Русской плиты. Результаты микроагрегатного анализа глин указывают на существенное их различие. Глины из Центрального Предкавказья менее дисперсные, содержание глинистой фракции у них 15–50%. Глины Северного Причерноморья более дисперсные, глинистой фракции у них в среднем 25–50%. Коэффициент агрегированности частиц менее 0,005 мм у первых составляет в среднем 4,45, а у вторых – 1,73. Анализ показателей физических свойств свидетельствует об их различии для обоих регионов. Глины из Центрального Предкавказья, с высоким содержанием монтмориллонита, более влажные (в среднем 0,33 и 0,36), невысокой плотности (1,74 и 1,89 г/см<sup>3</sup>). Глины из Северного Причерноморья менее влажные (в среднем 0,23 и 0,24) и более плотные (2,00 и 2,03 г/см<sup>3</sup>). Причина заключается в постгенетических факторах, воздействующих на сарматские глины, главным из которых является различная степень увлажнения обеих территорий в послесарматское время. Анализ показателей механических свойств показывает, что различия в составе, состоянии и физических свойствах глин нашли свое отражение в показателях механических свойств и набухаемости. Глины из Северного Причерноморья более набухающие, чем одновозрастные отложения Центрального Предкавказья. Их давление набухания в 3–10 раз больше и составляет: в 0,20–0,421 МПа. Прочность первых в 2,5–3,0 раза больше по удельному сцеплению и в 1,5–3,0 раза меньше по углу внутреннего трения.

Ключевые слова: сарматские глины, набухание, инженерно-геологические свойства, коэффициент агрегированности, давление набухания

© A.N. Bogomolov, Yu.I. Olyansky, E.V. Shchekochikhina,  
D.A. Charykov, E.A. Stepanova

## COMPOSITION AND GEOTECHNICAL PROPERTIES OF THE SARMATIAN CLAYS

Volgograd State Technical University,  
28, prospekt Lenina,  
400005, Volgograd, Russian Federation,  
e-mail: banzaritcyn@mail.ru, olyansk@list.ru,  
evg-chek@yandex.ru, ekserstepan@bk.ru

The paper describes modes of occurrence, structure and properties of the Sarmatian clays occurred within the old Sarmatian Sea Basin. It gives variability analysis of the structure and properties of the clays and discusses the causes for this variability. It is established that major factors determining distinctions in the structure and properties of the Sarmatian clays include genetic (different salt levels in western and eastern parts of the Sarmatian Basin) and zonal-climatic (different moisture contents during the post-Sarmatian period). Two regions are taken into consideration. These are the Northern Black Sea Coast (within Moldova) and the Central Ciscaucasia (within the Stavropol Uplands). The first region, according to N.I. Andrusov, was confined to the Galician Bay during the Sarmatian period, and the second one was associated with the Stavropol Strait of the Sarmatian Sea. The results of particle-size analysis make it possible to group clays from both regions with fine-grained soils containing more than 50% of clay particles. Except for minor distinctions, this parameter is common to the Sarmatian clays from both regions. This suggests that the input of terrigenous material to the Sarmatian Sea basin originated mainly from the Russian Plate. However, the results of microaggregate analysis of the clays indicate a significant difference between them. Clays from the Central Ciscaucasia are less dispersed, with the content of clay fractions ranging from 15 to 50%. Clays from the Northern Black Sea Coast are more dispersed, with the content of clay fractions ranging, on average, from 25 to 50%. The aggregation coefficient of the particles less than 0,005 mm is 4,45 in the first case and 1,73 in the second case. Analysis of their physical properties also shows differences. Clays from the Central Ciscaucasia, with a high content of montmorillonite, are more moist (0,33 and 0,36 on average) and less dense (1,74 and 1,89 g/cm<sup>3</sup>). Clays from the Northern Black Sea Coast are less moist (0,23 and 0,24 on average) and much denser (2,00 and 2,03 g/cm<sup>3</sup>). The reason lies in post-genetic factors affecting the Sarmatian clays, the main factor being the varying degree of moistening of both regions during the post-Sarmatian period. The differences in composition and physical characteristics of the clays are reflected in their mechanical properties and swelling capacity. Clays from the Northern Black Sea Coast have a higher swelling index compared to coeval deposits of the Central Ciscaucasia. Their swelling pressure is 3 to 10 times greater and ranges between 0,20 and 0,421 MPa. Their strength is 2,5 to 3,0 times greater according to specific adhesion and 1,5 to 3,0 times lower by the angle of internal friction.

Key words: Sarmatian clays, swelling, geotechnical properties, aggregation coefficient, swelling pressure

**Введение.** Промышленно-хозяйственное освоение территорий неизбежно влечет за собой нарушение баланса компонентов природной среды, изменяется режим подземных вод, увеличивается влажность массивов глинистых пород, может развиваться подтопление, сопровождаемое набуханием грунтов в основаниях сооружений и образованием на склонах оползней.

Сарматские отложения широко распространены на юге Европейской части России и в сопредельных государствах и находятся в пределах глубин активной зоны фундаментов сооружений от Карпат до Прикаспия. Значительную проблему для строительства представляют набухающие глины, являющиеся структурно-неустойчивыми грунтами, которые при изменении влажности

изменяют свои строительные свойства. При водонасыщении глин и длительном взаимодействии их с водой изменяются почти все свойства, вследствие чего повышается сжимаемость и уменьшается прочность. В настоящее время отсутствует единая общепринятая методика прогнозирования показателей свойств глин в основаниях сооружений при длительном взаимодействии с водой. Методы прогноза прочности глин на основе их кратковременного замачивания, применяемые в проектно-исследовательских организациях, не могут обеспечить надежные значения показателей прочности, т. к. не учитывают изменения состава и свойств глин, происходящие в течение продолжительного времени взаимодействия их с водой. Настоящие исследования имеют своей целью изучение проблемы длительного взаимодействия сарматских глин с водой и выявление особенностей изменения их состава и свойств при диффузионном выщелачивании.

Сарматские отложения распространены в южной части Русской плиты и залегают по берегам Черного моря, в Крыму, на Кавказе и переходят на другую сторону Каспия. Впервые сарматские слои были отделены от третичных отложений в 1847 г. Гернесом в Венском бассейне. Геологическим изучением сарматских отложений в разное время занимались: Э. Зюсс, Н.П. Баррбот де Марни, Н.И. Андрусов, Д.Л. Иванов, Г.В. Абиш, В.П. Колесников, П.А. Православлев, С.А. Гатуев, В.А. Кузнецов, К.А. Прокопов, Е.Е. Милановский, К.Н. Паффенгольц, В.Е. Хаин. Инженерно-геологические исследования этих отложений связаны с именами: Ю.И. Шпильберг, С.И. Черноцкий, С.А. Шагоянц, П.В. Царев, А.М. Моношко, А.И. Клименко, С.И. Пахомов, Г.П. Михайловский, А.Н. Криштофович, Н.А. Григорович-Березовский, О.К. Ланге, Ю.И. Олянский, А.А. Аносова, Р.С. Зиангиров, Т.И. Робустова, Г.И. Клинова, Ю.М. Абелев, Е.А. Сорочан и др.

**Инженерно-геологическая характеристика сарматских глин. Геологическая характеристика территории.** Нами проанализированы состав и свойства сарматских глин из двух регионов. Первый приурочен к зоне

избыточного увлажнения с коэффициентом увлажнения  $K_{ув} = 1,1$  (г. Ставрополь), второй – к зоне недостаточного увлажнения  $K_{ув} = 0,80-0,72$  (Республика Молдова). Рассматриваемая территория включает в себя Центральное Предкавказье (в пределах Ставропольской возвышенности) и Северное Причерноморье (междуречье Прут-Днестр).

Преобладающими в Северном Причерноморье являются средне- и верхнесарматские отложения, а в Центральном Предкавказье – ниже- и среднесарматские. Рельеф Северного Причерноморья и юго-западной части Центрального Предкавказья одинаковый – сильно изрезанная возвышенность, расчлененная овражно-балочной сетью. Показатели эрозионного расчленения поверхности почти одинаковые. На обеих территориях преобладают отрицательные неотектонические движения, пришедшие на смену положительным, на фоне локальных устойчивых поднятий. В неотектонический этап здесь происходила коренная перестройка структуры, особенно в периферийных частях платформы, в которых тенденция к погружению преодолевалась восходящими движениями. Это привело к изменению напряжения в массивах горных пород, сформировавшихся к этому времени в обоих прогибах. Обе характеризуемые территории различаются по степени увлажнения. Юго-западная часть Центрального Предкавказья относится к увлажненной зоне и зоне избыточного увлажнения, а Северное Причерноморье – к зоне недостаточного увлажнения. Это, несомненно, должно повлиять на физико-механические свойства сарматских глин обеих регионов, т. к. степень увлажнения является важнейшим постгенетическим фактором, изменяющим состояние и свойства глинистых пород.

Природа инженерно-геологических свойств сарматских глин тесно связана с историей и режимом морского бассейна, в котором происходило накопление осадков в сарматский век, а также с последующими условиями их существования. Сарматское море занимало площадь от Венского бассейна до пустыни Кара-Кумы (рис. 1).

Это был сложный замкнутый бассейн, представляющий систему внутренних морей, соединенных друг с другом проливами, по солености близкий к Черному морю. Соленость менялась и в горизонтальном направлении и по времени. Сарматское море включало крупные заливы и проливы. В районе Предкавказья выделяются: Терской и Кубанский заливы и Ставропольский пролив. У берегов Кавказского острова в узкой прибрежно-мелководной зоне накапливались пестрые по составу обломочные отложения.

тами по сарматским глинам являются монографии А.М. Монюшко, Ю.И. Олянского [2] и А.М. Монюшко [3]. Эти работы использованы при инженерно-геологической оценке данных пород, первая – для глин междуречья Прут-Днестр, вторая – для глин Центрального Предкавказья. Анализ данных показал, что сарматские глины на территории Северного Причерноморья относятся к незасоленным, сухой остаток не превышает величину 0,3 г/100 г сух. пор. На территории Центрального Предкавказья засоленность глин изменяется от слабой до высокой в ин-

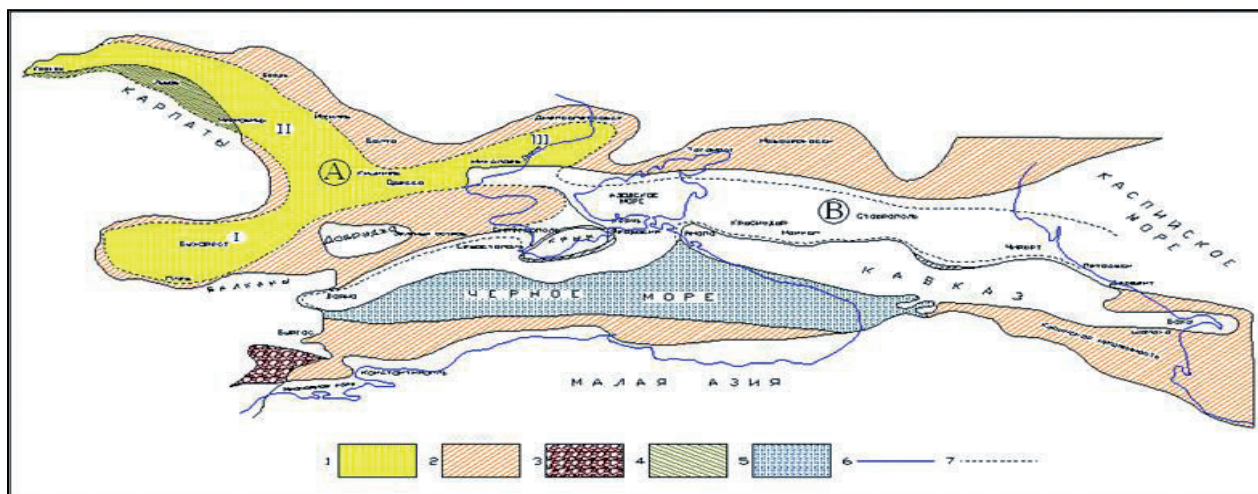


Рис. 1 Контур Сарматского моря (по Н.И. Андрусову):

1 – Дакийский залив; II – Галицийский залив; III – залив Конки; 1 – район распространения 2-го средиземноморского яруса (покрытого сарматскими отложениями); 2 – трансгрессирующие сарматские отложения; 3 – «понтические» слои Хохштеттера в бассейне Эркене (фацис сарматского и мэотического ярусов); 4 – область, покинутая морем после отложения 2 – го средиземноморского яруса; 5 – вероятное присутствие чокракских, спаниодонтовых и сарматских слоев; 6 – вероятная береговая линия Сарматского моря; 7 – вероятная береговая линия моря во время отложения чокракских слоев; район исследования незасоленных сарматских глин междуречья Прут-Днестр; район исследования засоленных сарматских глин Центрального Предкавказья

Исследуя морскую фауну, Н.И. Андрусов [1] доказал, что соленость воды Галицийско - Подольско - Докийской и Крымско - Кавказской частей Сарматского моря была разной. В первой – воды менее соленые, во второй – более соленые, что обусловлено опреснением воды западной части Сарматского моря речными водами с территории современной Восточной Европы, а речной сток с Крымско-Кавказского региона был не большим.

**Состав и физико-механические свойства сарматских глин.** Фундаментальными рабо-

тервале от 0,29 до 8,3 г/100 г сух. пор., она не одинаковая во всех горизонтах сармата и в пределах каждого из них. Наибольшая засоленность приурочена к элювиальной зоне нижнего и среднего сармата и достигает до 7,8–8,3 г/100 г сух. пор.

По степени засоления сарматские глины Северного Причерноморья и Центрального Предкавказья существенно различаются между собой, первые являются преимущественно незасоленными, вторые – засоленными.

Гранулометрический состав глин из

Центрального Предкавказья и Северного Причерноморья [4] достаточно однородный, что свидетельствует о преимущественном сносе терригенного материала с одной геологической провинции – Русской плиты Восточно-Европейской платформы.

Высокое содержание водорастворимых солей в глинах Центрального Предкавказья нашло свое отражение в степени их агрегированности. Коэффициенты агрегированности среднесарматских глин для дисперсных частиц (менее 0,005 мм) в 2,5 раза здесь выше, чем у глин Северного Причерноморья (табл. 1). Минеральный состав глинистой фракции по данным [5] включает в себя следующие минералы: монтмориллонит и

гидрослюда. В виде примесей присутствует каолинит, кальцит, сидерит и смешанно – слойные минералы. Количественные соотношения между первыми двумя минералами непостоянны. В целом у глин из Центрального Предкавказья содержание монтмориллонита несколько выше, что объясняется более высокой вулканической активностью в сарматское время Кавказских гор (на востоке), либо стадийным преобразованием гидрослюда в следствие постгенетических процессов, воздействующих на глинистые образования в более влажной климатической зоне Центрального Предкавказья.

Таблица 1 – Гранулометрический и микроагрегатный состав среднесарматских глин

Статистические характеристики	Северное Причерноморье				Центральное Предкавказье			
	Содержание фракций, %			Коэф. агрегированности для частиц ≤ 0,005 мм	Содержание фракций, %			Коэф. агрегированности для частиц ≤ 0,005 мм
	песок ≥ 0,05 мм	пыль 0,05–0,01 мм	глина ≤ 0,005 мм		песок ≥ 0,05 мм	пыль 0,05–0,01 мм	глина ≤ 0,005 мм	
Пределы колебания от – до	0,3÷6,78 0,2÷8,11	10,9÷42,1 19,5÷71,2	46,1÷93,0 23,4÷74,8	1,0/2,22	0,2÷36,0 0,7÷65,1	1,5÷72,2 0,0÷84,1	0,7÷79,0 0,1÷36,8	1,0/83,4
Среднее X	$\frac{2,02}{3,77}$	$\frac{24,07}{49,04}$	$\frac{72,97}{47,19}$	1,73	$\frac{8,96}{25,05}$	$\frac{22,81}{58,62}$	$\frac{68,17}{15,33}$	4,45
Стандартное отклонение S	$\frac{110}{18,01}$	$\frac{10,53}{15,42}$	$\frac{12,4}{16,62}$	0,44	$\frac{7,50}{13,03}$	$\frac{12,64}{19,86}$	$\frac{12,95}{17,89}$	6,1
Кол-во опред.	15/15	15/15	15/15	15	74/57	89/57	89/57	55
Дисперсия S <sup>2</sup>	$\frac{1,21}{324,36}$	$\frac{108,99}{237,78}$	$\frac{153,76}{276,22}$	0,64	$\frac{56,25}{169,78}$	$\frac{159,77}{394,42}$	$\frac{167,7}{320,0}$	37,21
Коэф. вариации V, %	$\frac{84,30}{51,20}$	$\frac{44,0}{31,44}$	$\frac{17,0}{35,0}$	41,57	$\frac{83,71}{52,02}$	$\frac{55,41}{33,08}$	$\frac{19,0}{116,7}$	137,08

Примечание – В числителе – результаты гранулометрического анализа, в знаменателе – микроагрегатного

Состояние и физические свойства сарматских глин обеих территорий характеризуются неоднородностью по площади и глубине залегания, что обусловлено условиями осадконакопления и последующего преобразования их состояния и свойств отложений под влиянием процессов диагенеза, эпигенеза с тектоническими условиями района.

Средние значения природной влажности для среднесарматских глин Центрального Предкавказья и Северного Причерноморья соответственно равны: 0,36 и 0,23; влажности предела текучести: 0,65 и 0,48; пористости  $n$ : 50,5% и 40,5%; плотности: 1,74 г/см<sup>3</sup> и 2,00 г/см<sup>3</sup> (табл. 2, 3).

Прочность глин, по методу консолидированного среза, следующая: Центральное Предкавказье:  $c=0,5 \cdot 10^5$  Па,  $\phi=30,5$  град.; Северное Причерноморье:  $c=(1,39 \text{ и } 1,34) \cdot 10^5$  Па,  $\phi=9,4$  и  $20,3$  град. Остаточная прочность – у первых – до 50% – (по удельному сцеплению и до 80% – по углу внутреннего трения), у вторых – до 20–25% (по углу внутреннего трения).

Наиболее набухающие глины верхнего сармата из Северного Причерноморья. Величины свободного набухания  $\epsilon_{sw}$  составляет 0,21–0,32 (среднее 0,33). Эти глины характеризуются высокой дисперсностью и повышенным содержанием в глинистой фракции монтмориллонита. Наименее на-

Таблица 2 – Показатели физических свойств среднесарматских глин Центрального Предкавказья

Показатели	Статистические характеристики					
	Кол-во определений $N$	Пределы колебаний от – до	Среднее $X$	Стандартное отклонение $S$	Дисперсия $S^2$	Коэф. вариации $V, \%$
Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	103	1,23–2,34	1,74	0,062	0,0038	3,32
Природная влажность $w$	103	0,14–0,46	0,36	0,063	0,004	17,42
Предел текучести $w_L$	103	0,37–0,85	0,65	0,114	0,013	17,35
Предел раскатывания $w_p$	103	0,11–0,57	0,35	0,078	0,006	21,76
Число пластичности $J_p$	103	0,12–0,41	0,30	0,062	0,0038	22,58
Пористость $n, \%$	103	39,1–58,5	50,5	4,1	16,81	8,12
Коэф. уплотненности $K_d$	103	0,59–1,52	1,31	0,124	0,015	13,62
Свободное набухание $\epsilon_{sw}$	103	0,13–0,67	0,12	0,052	0,003	45,13
Давление набухания $P_{sw} \cdot 10^5$ Па	103	0,03–6,75	0,36	0,31	0,004	238,46
Пластическая прочность $P_m \cdot 10^5$ Па	103	4,5–49,8	5,14	3,54	12,53	68,87

Таблица 3 – Показатели физико-механических свойств среднесарматских глин Северного Причерноморья

Показатели	Статистические характеристики					
	Кол-во определений <i>N</i>	Пределы колебаний от – до	Среднее <i>X</i>	Стандартное отклонение <i>S</i>	Дисперсия <i>S</i> <sup>2</sup>	Коэф. вариации <i>V</i> , %
Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	631	1,70–2,13	2,00	0,071	0,0050	3,54
Природная влажность $w$	631	0,14–0,45	0,23	0,038	0,0014	16,37
Предел текучести $w_L$	631	0,35–0,77	0,48	0,072	0,0052	14,99
Предел раскатывания $w_p$	631	0,17–0,42	0,24	0,036	0,0013	14,84
Число пластичности $J_p$	631	0,18–0,42	0,24	0,043	0,0018	17,74
Пористость $n$ , %	631	28,1–58,1	40,50	3,60	12,96	19,0
Коэффициент уплотненности $K_d$	631	0,56–1,42	1,04	0,13	0,0169	12,43
Свободное набухание $\epsilon_{sw}$	38	0,21–0,32	0,33	0,083	0,007	45,31
Давление набухания $P_{sw} \cdot 10^5$ Па	28	1,25–5,00	4,21	2,689	7,231	63,93
Пластическая прочность $P_m \cdot 10^5$ Па	27	1,80–12,8	4,92	1,619	2,621	32,85

бухающие  $\epsilon_{sw}=0,11$  – глины среднего сармата из Центрального Предкавказья, залегающие на поверхности и подверженные воздействию атмосферных осадков зоны избыточного увлажнения и агрегатизации. Давление набухания  $P_{sw}$  глин Центрального Предкавказья и Северного Причерноморья составляет в среднем  $0,36 \cdot 10^5$  Па и  $4,21 \cdot 10^5$  Па соответственно (табл. 2, 3).

Различия в составе, состоянии и физических свойствах сарматских глин из обоих регионов нашли свое отражение в их набухаемости и механических свойствах. Более засоленные глины Центрального

Предкавказья с повышенным содержанием монтмориллонита из зоны избыточного увлажнения, отличаются повышенной влажностью и невысокой плотностью. Они набухают меньше, чем менее засоленные глины из зоны недостаточного увлажнения Северного Причерноморья. Наибольшие различия наблюдаются для давления набухания (на 1–1,5 порядка), в то время как по свободному набуханию различия меньше. Аналогично и с прочностью: величина удельного сцепления глин Центрального Предкавказья в среднем в 3 раза меньше, чем глин Северного Причерноморья.

Однако угол внутреннего трения у них в среднем в 1,5–3 раза выше, т. к. на его величину влияет степень агрегированности грунтовых частиц и включения различных солей.

Таким образом, основными факторами, определяющими различия в показателях состава и свойств сарматских глин Центрального Предкавказья и Северного Причерноморья, являются: генетические – различная величина солености воды Сарматского бассейна в его западных и восточных частях и зональные климатические – различная увлажненность обеих территорий в послесарматское время.

**Выводы.** 1. Сарматские глины в краевых прогибах юга Русской плиты служат основанием инженерных сооружений на значительной территории Северного Причерноморья и Центрального Предкавказья и часто являются причиной образования на склонах оползней.

2. Глинистые породы сармата накапливались в Сарматском морском бассейне, восточная часть которого характеризовалась повышенной соленостью воды, по сравнению с западной, где происходило разбавление речным стоком с Русской плиты. Вследствие этого, на востоке сформировались глинистые породы с более высокой минерализацией порового раствора, чем на западе.

3. Различия в химическом составе поровых вод обусловили разную степень агрегации грунтовых частиц: на востоке – более высокую, чем на западе, что нашло свое отражение в существенном различии микроагрегатного состава глин обеих регионов при достаточно одинаковом их гранулометрическом составе. Последний свидетельствует об одной площади сноса терригенного материала – Русской плиты.

4. Постгенетические преобразования глинистых пород, вследствие залегания их различных по степени увлажнения климатических зонах, совместно с разными условиями осадконакопления обусловили различия в показателях физических свойств глин обеих регионов: на востоке это более влажные, менее плотные, сильнопористые отложения, а на западе – наоборот.

5. Все различия в составе и физических свойствах глин обеих регионов нашли свое отражение в их набухаемости и прочности. Более засоленные глины Центрального Предкавказья, отличающиеся повышенной влажностью, набухают меньше, чем одновозрастные отложения из Северного Причерноморья. Давление набухания первых в среднем на 1 порядок меньше, чем вторых. Такая же закономерность имеет место и с прочностью, но различия в показателях прочности несколько меньше.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андрусов Н.И. Южнорусские неогеновые отложения. Ч. II–III (Сарматский ярус) // Академик Н.И. Андрусов: избран, тр. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т.1. 711 с.
2. Монюшко А.М., Олянский Ю.И. Инженерно-геологические особенности сармат-меотических глин Молдовы. Кишинев: Штиинца, 1991. 172 с.
3. Монюшко А.М. Инженерно-геологическая оценка сарматских глин // М.: Наука, 1974. 135 с.

4. Олянский Ю.И., Богомолов А.Н., Тихонова Т.М. Сарматские глины. Состав, физико-механические свойства, типизация по устойчивости к обводнению. Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2013. 239 с.

5. Оценка устойчивости сармат-меотических глин к длительному обводнению / А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, Е.В. Щекочихина, С.И. Шиян // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2010. № 1. С. 62–68.



REFERENCES

1. Andrusov N.I. Yuzhnorusskie neogenovye otlozheniya. Parts 2, 3 (Sarmatskiy yarus) [South Russian Neogenic sediments. (Sarmatian stage)]. Academician N.I. Andrusov's selected works. Moscow, Akademiya nauk SSSR, 1961, vol. 1. 711 p. (In Russian).
2. Monyushko A.M., Olyansky Yu.I. Inzhenerno-geologicheskie osobennosti sarmat-meoticheskikh glin Moldovy [Geotechnical features of Sarmatian-Meotian clays of Moldova]. Kishinev, Shtiintsa, 1991. 172 p. (In Russian).
3. Monyushko A.M. Inzhenerno-geologicheskaya otsenka sarmatskikh glin [Geotechnical assessment of Sarmatian clays]. Moscow: Nauka, 1974. 135 p. (In Russian).
4. Olyansky Yu.I., Bogomolov A.N., Tikhonova T.M. Sarmatskie gliny. Sostav, fiziko-mehanicheskie svoystva, tipizatsiya po ustoychivosti k obvodneniyu [Sarmatian clays. Composition, physical and mechanical properties, typification by the resistance to flooding]. Saarbrucken, Palmarium Academic Publishing, 2013. 239 p. (In Russian).
5. Otsenka ustoychivosti sarmat-meoticheskikh glin k dlitelnomu obvodneniyu [Assessment of the resistance of Sarmatian-Meotian clays to prolonged flooding]. A.N. Bogomolov, Yu.I. Olyansky, E.V. Shchekochikhina, S.I. Shiyan. Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya – Geoecology. Engineering Geology. Hydrogeology Geocryology, 2010, no. 1, pp. 62–68 (In Russian).

