

## ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ И СВОЙСТВ ГЛИН СУЛАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2014 г. О.Д. Смилевец

Саратовский государственный технический университет

Исследования выполнялись на участке площадью 8 га, предназначенном под карьерные разработки глины и расположенном рядом с детально изученным месторождением, находящимся на левом берегу реки Большой Иргиз. Участок имеет форму многоугольника, несколько вытянутого в широтном направлении. Находится он на северо-западной окраине поселка Сулак (рис. 1) [1]. Цель исследования – обеспечение близрасположенного кирпичного завода доброкачественным сырьем [2, 7, 8].

Детально изученное месторождение приурочено к широкой надпойменной (Хвалынской) террасе речной долины реки Большой Иргиз. Ширина этой левобережной террасы в окрестностях поселка Сулак достигает 5–6 км. Вверх и вниз по реке от этого пункта надпойменная (хвалынская) терраса прослеживается почти на всем протяжении.

Террасовые отложения в окрестностях поселка Сулак представлены преимущественно довольно плотными желто-бурыми глинами, с содержанием в распыленном состоянии



Рис. 1. Расположение Сулакского карьера глин

углекислой извести и мелкокристаллического гипса. Мощность этих неслоистых глин определяется в 8–10 м. Сверху глины прикрыты плотными, довольно однородными суглинками мощностью в 0,5–1,0 м. Они обычно имеют темно-бурый или коричневатый-черный цвет, что обуславливается присутствием гумуса.

Река Большой Иргиз на большом протяжении прорезает глинистые террасовые отложения и имеет крутые, а местами отвесные берега высотой до 10–12 м. Глины лежат почти горизонтально, т.к. в послехвалыинское время не было резко выраженных подвижек земной коры. В условиях сухого климата юго-востока скудные атмосферные осадки не успели еще в достаточной степени промыть глинистые породы и выщелочить из них водорастворимые соли. Благодаря значительному содержанию последних на местности получили развитие солонцовые почвы и солонцы.

В основании крутых левобережных уступов реки Большой Иргиз, в окрестностях поселка Сулак и в других пунктах, прослеживаются пески хазарского яруса. Они преимущественно мелкозернистые, зеленовато-серые, глинистые. Видимая мощность песчаных отложений 1–1,5 м. Пески чередуются с прослоями пылеватой супеси. Общая мощность хазарских отложений достигает 15–18 м.

Для кирпичного производства и других керамических изделий могут быть широко

использованы глины «хвалыинской» террасы, а в качестве отошающей добавки – пески хазарского яруса. Общие запасы глин «хвалыинской» террасы практически неисчерпаемы.

В пределах инструментально оконтуренного участка площадью в 8 га были проведены последовательно поисковая и детальная разведки. При этом установлено с помощью буровых скважин, шурфов и расчисток, что глинистые отложения на глубину 4–5 м довольно однородные по своему составу, без значительного содержания вредных примесей.

На карьерной площадке равномерно заложены 12 буровых скважин, через 100 м друг от друга. Кроме скважин в западной части месторождения имеются два шурфа глубиной по 4,1 м каждый. Шурфы использовались в целях непосредственного изучения глинистых отложений и отбора проб «методом борозды», через каждые 1,5–2 м.

На исследуемой площадке проводилось вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) в 15 точках. Точки ВЭЗ на местности привязывались по профилям скважин инженерно-геологических изысканий. Многообразие геологических условий, характерных для месторождений строительных материалов, можно свести к сравнительно ограниченному количеству геолого-геофизических условий, типичных для большей части месторождений строительного минерального сырья. Возможность применения электроразведки определялась

разницей удельного электрического сопротивления (УЭС) между породами. Наиболее низкое сопротивление имеют глины и суглинки (табл. 1). На поисковой стадии работ точки ВЭЗ располагались по редкой сети, расстояние между которыми было 100 м.

Чтобы представить, как распространяются сопротивления на глубину, проводи-

**УЭС пород верхней части геологического разреза месторождения глин в поселке Сулак**

Горная порода	Состояние горной породы	УЭС, Ом·м
почвенный слой	влажный	50–75
суглинки	твердые и мягкопластичные	20–40
глины	твердые и мягкопластичные	2–15
супеси	твердые и пластичные	40–70
пески	маловлажные	1000–1200
	влажные	200–420
	с прослоями глины	140–150

*Таблица 1*

лись ВЭЗ, после которых на наиболее благоприятных участках закладывались скважины.

Район работ оказался довольно сложным для применения электроразведки из-за соотношения сопротивлений горных пород. На обследованной площади получены кривые ВЭЗ различных типов, в основном Q и H [4, 5]. Типы кривых определяются глубиной залегания и мощностью слоя с высоким сопротивлением. При неглубоком залегании его и небольшой мощности были получены кривые типа H, а при более глубоком залегании – типа Q. На начальных точках кривых ВЭЗ нередко наблюдаются повышенные сопротивления, обусловленные рыхлым поверхностным слоем отложений небольшой мощности.

С учетом данных контрольных скважин удалось установить основные закономерности изменения формы кривых ВЭЗ и величин сопротивления, соответствующих горным породам, характеризующимся теми или иными литологическими особенностями, получить ориентировочное представление о предполагаемом геолого-литологическом разрезе в соответствующих точках и исключить явно бесперспективные участки (рис. 2). Установлены основные закономерности в форме графиков ВЭЗ:

– супесчано-суглинистые отложения характеризуются резким, широким минимумом

с подъемами правой ветви, близкими к 25–30° (рис. 2 б);

– глинистые образования характеризуются минимальными сопротивлениями (рис. 2 а, 2 в).

Электрический разрез отличается непостоянной анизотропией. Для глинисто-супесчаной толщи коэффициент анизотропии колеблется от 1,1 до 1,25. На основе этих закономерностей в форме кривых ВЭЗ разграничены по площади глинистые и супесчаные отложения. Сложнее оказалось выделить суглинки, так как они характеризуются сопротивлением, близким к сопротивлению глинистых отложений. В сомнительных случаях изменения на кривых ВЭЗ приходилось проверять буровыми скважинами [3, 6].

Невысокие сопротивления, зафиксированные на большом количестве кривых зондирования, – признак того, что здесь нет мощной толщи супесчаных отложений, что подтверждено контрольными скважинами. На основании такого подхода к расшифровке кривых зондирования более обоснованно дана оценка перспективности площадей, изученных методами электроразведки.

Перспективными на промышленные запасы глин оказались отдельные участки, на которых и выполнялось разведочное бурение. На выявленных методом ВЭЗ явно беспер-

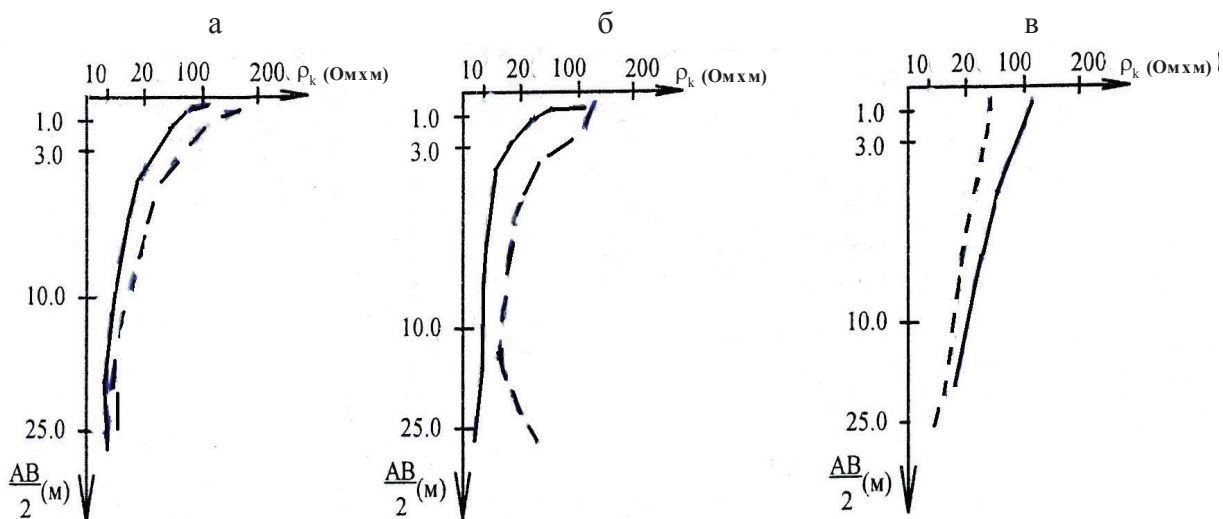


Рис. 2. Кривые ВЭЗ

спективных площадях оно не проводилось, вследствие чего были сокращены сроки поисковых работ и снижена их стоимость.

При бурении скважин производился подъем образцов глины через 0,3–0,5 м. Всего поднято 120 образцов, которые были подвергнуты подробному микроскопическому изучению в целях определения состава и содержания в глине вредных примесей: гальки, щебня, а также наличия крупнозернистых включений углекислой извести. Пятнадцать образцов с различной глубины подвергнуты были тщательному гранулометрическому анализу. Результаты подробного гранулометрического анализа помещены в таблице 2. Буровые скважины на глубину 5 м признаков водоносности пород не обнаружили, и при взятии образцов отмечена лишь слабовлажная глина. То же подтверждается шурфами и расчистками.

В шурфах и расчистках «методом борозды» с последующим квартованием отваленной породы было отобрано 19 проб глины весом 15–20 кг каждая. Пробы для лабораторных испытаний отбирались поинтервально, через 1,5–2 м. Пробы для почвенного слоя отбирались отдельно. Все пробы подвергались в лабораторных условиях определению песчаных частиц в смесях пластичности, воздушной и огневой усадки при обжиге, а также определению механической прочности и водопоглощения изготовленных образцов кирпичей [8].

Все образцы, отобранные из буровых скважин, и пробы из шурфов и расчисток окрашены гидратами окислов железа в желтовато-бурые цвета. Ярко выраженной интенсивности в окраске пройденных пород не наблюдается. Можно лишь отметить, что верхний почвенный слой на глубину 0,5–0,6 м представлен суглинкам с содержанием гумуса в различных количествах, вследствие этого цвет его бывает коричневатого-черный или темно-бурый.

Вредных примесей в виде гальки, щебня и гравия в глине не наблюдается. Большой разницы в содержании песчаных частиц раз-

мером от 0,25 до 0,05 мм не имеется. В верхней части глинистой толщи (0,0–2,5 м) их содержание варьирует от 19 до 39%, а в нижней (от 2,5 до 5 м) – 11 до 24% (табл. 3).

То же можно отметить и в отношении содержания глинистых частиц, размером меньше 0 до 5 мм, которых в верхней части содержится от 19 до 36%, а в нижней части – от 28 до 36%. Основная масса глины, как видно, состоит из пылеватых (алевритовых) частиц размером от 0,05 до 0,005 мм, на их долю приходится от 41 до 58%.

Опробованием в полевых условиях 10%-ым водным раствором соляной кислоты было установлено во всех образцах глины (кроме почвенного слоя) присутствие в пылевидном состоянии карбоната кальция. Раствор соляной кислоты вызывает бурное выделение углекислого газа.

Лабораторные керамические испытания проводились без добавки отошающих веществ и показали удовлетворительные результаты: видимых деформаций и дефекта изделий не наблюдалось. Испытания выполнялись на малых образцах размером 10 x 5 x 2,5 см, вследствие этого показатели механической прочности получились более высокими (в 1,5–2 раза), чем для кирпичей нормальных размеров.

Местами в верхней части глинистой толщи обнаружены включения углекислой извести в виде мелких глазков и тонких прожилок, иногда совместно с небольшими гнездами мелкозернистого гипса.

В лабораторных условиях проделано более подробное определение количественного содержания карбонатов. Установлено, что в послонных смесях из отобранных проб глины содержание  $\text{CaCO}_3$  колеблется в пределах от 4,6 до 6,7%. Принимая во внимание, что содержание карбонатов в мелкозернистом и пылеватом состоянии до 15% при равномерном их распределении по всей массе не отражается на качестве готовых изделий, можно считать, что глины Сулакского месторождения вполне



Таблица 2

## Результаты гранулометрического анализа глин Сулакского месторождения

№ скважины	Глубина взятия, м	Номер образцов	Гранулометрический состав в % на абсолютно сухую навеску												Гипсоко - песчаная влага
			песчаных частиц, мм					пылеватых частиц, мм					глинистых частиц, мм		
			1-0,25	0,25-0,05	Всего	0,05-0,01	0,01-0,005	Всего	0,005-0,001	0,001	Всего	0,001	Всего		
1	0,0-0,5	1	0,02	39,22	39,24	28,61	12,67	41,28	13,15	6,33	19,48	4,3			
	0,5-2,5	2	0,06	19,28	19,34	38,3	10,28	48,58	23,87	8,21	32,08	3,7			
	2,5-5,0	3	0,01	11,43	11,44	43,08	13,65	56,73	18,7	13,13	31,83	3,9			
4	0,0-0,5	4	0,12	18,86	18,98	36,85	13,45	50,3	16,7	13,66	30,36	3,6			
	0,5-2,5	5	0,53	20,48	21,01	21,71	9,12	30,83	3,55	32,57	36,12	4,4			
	2,5-5,0	6	0,1	19,75	19,85	16,45	25,61	42,06	22,42	14,11	36,53	3,8			
6	0,0-0,5	7	0,65	11,19	11,84	55,63	2,2	57,83	9,53	19,96	29,49	2,9			
	0,5-2,5	8	0,02	24,62	24,64	37,97	14,72	52,69	10,49	11,18	21,67	3,1			
	2,5-5,0	9	0,05	24,24	24,29	47,34	10,27	57,61	12,07	6,03	18,1	4,2			
9	0,0-0,5	10	0,04	39,2	39,24	28,5	12,78	41,28	13,1	19,43	4,1				
	0,5-2,5	11	0,1	19,1	19,2	37,3	11,28	48,58	22,85	9,23	32,08	3,5			
	2,5-5,0	12	0,05	11,39	11,44	42,08	14,65	56,73	17,7	14,13	31,83	3,8			
11	0,0-0,5	13	0,01	39,23	39,24	27,61	13,67	41,28	12,15	7,33	19,48	4,3			
	0,5-2,5	14	0,01	19,97	19,98	27,50	6,2	33,7	6,12	28,68	34,8	3,3			
	2,5-5,0	15	0,18	19,41	19,59	31,92	10,12	42,04	1,24	27,03	28,27	3,1			

Таблица 3

## Результаты керамических испытаний глин Сулакского месторождения

№ смеси	Состав смеси	Содержание песчаных частиц и алевроитовых иллитов в % при отсушивании	Содержание воды в % при нормальности пластичности	Усадка, %		Механическая прочность, кг/см <sup>2</sup>		Водопоглощение, %	Температура обжига	Содержание CaCO <sub>3</sub> , %
				воздушная	огневая	при сжатии	при изгибе			
1	Верхнего почвенного слоя 0-0,5 м	40,0	24,2	6,66	0,0	147-163	53-59	13,3	800-900	6,13
2	Среднего слоя желто-бурой глины 0,5 – 2 м	36,7	23,5	5,96	0,0	162	60-64	12,7	- » -	4,6
3	Нижнего слоя желто-бурой глины 2-4,5 м	31,2	23,4	5,96	0,0	197	53-70	12,0	- » -	6,8
4	Смесь из двух верхних слоев 0-2 м	38,4	23,7	5,96	0,0	196	56-73	12,5	- » -	5,95
5	Смесь из всех слоев пропорционально мощностей 0-4,1 м	31,7	23,6	5,26	0,0	196	74-79	12,6	- » -	6,73

отвечают требованиям по содержанию карбоната кальция.

С учетом полученных данных о содержании в глине песчаных частиц и карбонатов изготовлялись смеси для лабораторных керамических испытаний. Результаты испытаний показывают, что все слои глины Сулакского месторождения могут быть использованы для производства строительного кирпича без добавки отошающих веществ. Верхний – почвенный слой, с содержанием гумуса, оказался также пригодным для кирпичного производства, и его целесообразно применять в смеси с нижележащими глинистыми слоями.

Ожидаемая марка кирпича, судя по показателям лабораторных испытаний, будет соответствовать «100–125».

Размер детально разведанной и инструментально оконтуренной площадки определяется равным:  $300 \times 200 = 60000 \text{ м}^2$ . Средняя мощность опробованных смесей по шурфам и пяти расчисткам определяется в 4 м. В буровых скважинах, шурфах и расчистках глинистая толща на глубину 4–5 м оказалась только слабовлажной, без признаков водоносности, и доступной к разработке открытым способом на всю пройденную мощность.

Общие запасы глины, пригодной для кирпичного производства, равны:  $60000 \times 4 = 240000 \text{ м}^3$ . По степени изученности эти запасы могут быть отнесены к высшей категории (А<sub>2</sub>).

Запасы глины при производительности завода в 3 млн штук кирпича в год с избытком могут обеспечить потребность предприятия в сырье.

При условии использования почвенного слоя в качестве добавки в глинистую смесь определение объема вскрышных работ значительно упрощается, т. е. перед началом карьер-

ных разработок площадку следует очистить от дернины на глубину не более 0,1 м, остальная часть почвенного слоя представляет собой суглинок с гумусом, вполне пригодным для кирпичного производства.

По данным проведенных исследований сделаны выводы:

- Изученные глины Сулакского месторождения оказались довольно однородными по своему составу, без значительного содержания вредных примесей и безводными на глубину буровой разведки.

- Содержание карбонатов и сульфатов хотя и наблюдается в глинах, однако не снижает качества опытных образцов кирпича.

- Смеси глин содержат в естественном состоянии достаточное количество песчаных и алевроитовых отощающих частиц, что удовлетворяет нормам воздушной усадки и не

вызывает деформации и трещинообразования сырца.

- Нормальная температура обжига находится в пределах 800–900 °.

- При указанных условиях обжига и соответствующем режиме технологического процесса производства из глин изучаемого месторождения можно получить строительный кирпич марки «100–125».

- Обожженные образцы кирпича из глины данного месторождения показали несколько повышенный процент водопоглощаемости, что косвенно указывает на недостаточную их морозостойкость. Однако это не может служить причиной браковки кирпича, а лишь указывает на ограниченное его применение.

- Детально изученные запасы глины определяются в объеме 240000 м<sup>3</sup>, что с избытком может обеспечить потребность завода.

#### Л и т е р а т у р а

1. Атлас Саратовской области. – М.: АСТ-Пресс «Картография», 2003.
2. Мизинов Н. В. Минерально-сырьевая база строительных материалов Саратовской области и перспектива ее расширения. – Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 1977.
3. Милованов В. И., Смилевец О. Д. Анализ ошибок при работах методом ВЭЗ при обследовании трасс трубопроводов и строительных площадок // Недр Поволжья и Прикаспия. – 1999. – Вып. 20. – С. 48–53.
4. Пылаев А. М. Руководство по интерпретации вертикальных электрических зондирований. – М.: Недра, 1968.
5. Смилевец О. Д., Сулицкий Ф. В., Рейтюхов К. С. Особенности интерпретации данных ВЭЗ при расчленении верхней части разреза песчано-суглинистых толщ // Недр Поволжья и Прикаспия. – 2001. – Вып. 26. – С. 67–71.
6. Шиндяпин П. А. Дорожно-строительные материалы 28-ми районов Саратовской области. – Саратов: САДИ им. В. М. Молотова, 1940.
7. Шиндяпин П. А. Дорожно-строительные материалы 19-ти южных районов Саратовской области. – Саратов: САДИ им. В. М. Молотова, 1943.
8. ГОСТ 23735–79. Смеси глинистые для строительных работ. Технические условия.

