

# ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.61:550.837.311(470.44)

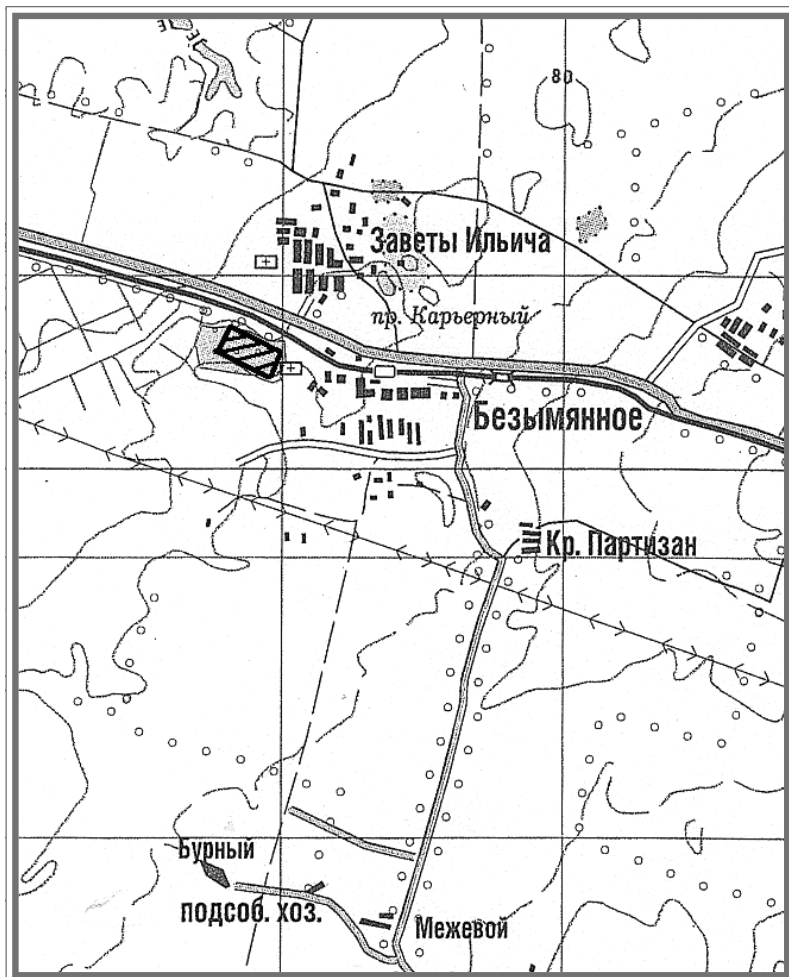
## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ И СВОЙСТВ ГЛИН БЕЗЫМЯННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2012 г. О.Д. Смилевец, Н.В. Хаюк

Саратовский государственный технический университет

Месторождение глины находится в 0,25 км западнее села Безымянного. Северная граница детально разведанного

участка протяженностью в 300 м проходит вдоль железной дороги Саратов-Уральск, в 50-70 м от ее полотна [1] (рис.1).



**Рис.1. Залегание глин  
Безымянного месторождения Саратовской области**

Масштаб 1 : 100 000     – участок работ

Детально изученный участок расположен на площади распространения древнекаспийских отложений в зоне абразии. На значительном протяжении в пределах Энгельсского района прослеживаются песчаные глины мощностью до 2-4 м; в нижней части глинистый пласт сильно обогащается песчаными частицами и переходит в пылеватую супесь. Под пластом глины находится кварцевый разнозернистый песок с тонкими линзами суглинка или супеси. Мощность песчаных отложений более 10-12 м, пески безводные [2].

В окрестностях села Безымянного по поверхности имеются лишь неглубокие ложбины, а поэтому в естественных разрезах доступны изучению верхний глинистый пласт и только местами выходящие на поверхность песчаные отложения.

Для кирпичного производства может быть использован глинистый пласт с небольшой примесью песка из нижележащего слоя [5].

На участке равномерно заложены 16 буровых скважин через 100 м одна от другой. Все скважины прошли глинистый пласт и углубились в песок до 3,5 м, установив при этом вскрышу в виде почвенного слоя мощностью от 0,3 до 0,4 м.

Кроме того, заложены в угловых квадратах карьерной площадки 4 шурфа и один в середине. Шурфы были использованы в целях непосредственного изучения глинистых отложений и отбора проб глины и песка "методом борозды" через каждые 1,5-2 м.

При бурении скважины производился подъем образцов глины через 0,3-0,5 м. Всего поднято 112 образцов, из них 14 образцов с различной глубины подвергнуты были подробному гранулометрическому анализу в целях определения состава и содержания в глине вредных примесей: гальки, щебня, а также наличия крупнозернистых включений углекислой извести. Результаты подробного гранулометрического анализа помещены в табл.3.

Буровые скважины на глубину 3,5 м признаков водоносности пород не обнаружили, что подтверждается и шурфами. В шурфах "методом борозды" с последующим

квартованием отваленной породы было отобрано 14 образцов глины.

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 [3]. 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. Проводилось ВЭЗ чтобы представить, как распространяется сопротивление на глубину. После выполнения электроразведочных работ 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.

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

| 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*

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  $25-30^\circ$  (рис.2б);

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

Пробы глин в лабораторных условиях подвергались определению пластичности, воздушной и огневой усадки при обжиге, а также определению механической прочности и водопоглощения изготовленных кирпичей [6].

Все образцы глин, отобранные из буровых скважин, и пробы из шурфов окрашены гидратами окислов железа в желтовато-бурые цвета. Вредных примесей в виде гальки, щебенки и гравия в глине не имеется.

Большой разницы в содержании песчаных частиц размером от 1,0 до 0,05 мм не отмечается. Содержание песчаных частиц в глине определяется в 35-55 %.

То же можно сказать и в отношении содержания глинистых частиц размером меньше 0,005 мм. На их долю приходится от 23 до 34 %. Таким образом, оказывается, что в значительном количестве содержатся алевритовые (пылеватые) частицы размером от 0,05 до 0,005 мм, на долю которых приходится от 31 до 49 %.

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

В верхней части глинистой толщи местами обнаружены включения углекислой извести в виде частых тонких прожилок и еще реже в виде рыхлых гнезд, размером в 2-5 мм.

В лабораторных условиях было проделано более подробное определение карбонатов. Установлено, что на глубине 1,5-2 м в послойных смесях из отобранных проб глин содержание  $\text{CaCO}_3$  определяется в 11 %, а глубже (до 2,5м) содержание  $\text{CaCO}_3$  уменьшается до 10 %.

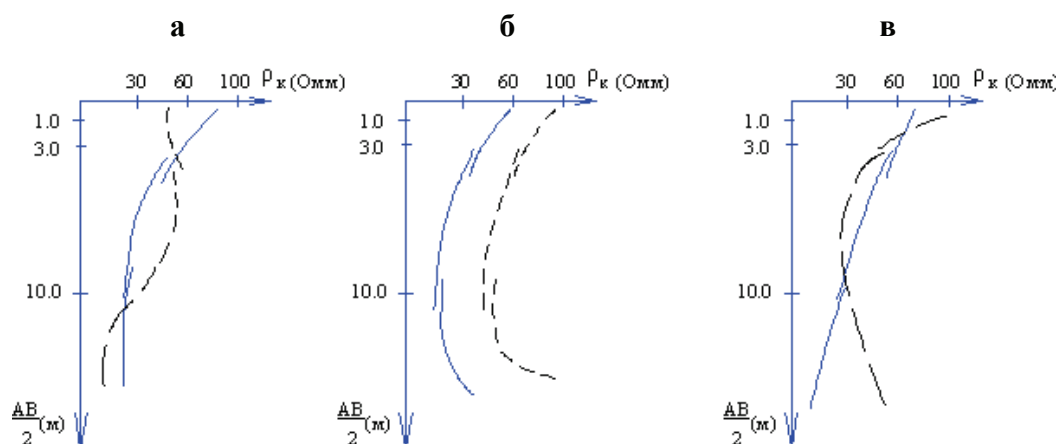


Рис. 2. Кривые ВЭЗ

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 Безымянного месторождения близки к определенному содержанию карбонатов.

Таким образом, учитывая данные о незначительных колебаниях в содержании глин карбонатов и песчаных частиц, изготовлялись смеси для лабораторных и керамических испытаний из почвенного и глинистого пластов в ранее отмеченных интервалах, а также смеси с добавкой из подстилающего слоя. Тем самым имелось ввиду получение смесей, отвечающих в то же время различным способам разработки карьера, то есть с использованием песчаного слоя и без него.

Предел прочности при сжатии и при изгибе определялся на образцах малых размеров (10 x 5 x 2,5 см), вследствие чего показатели испытаний получены несколько повышенными (в 1,5-2 раза).

Лабораторные испытания показали, что глины в их естественном состоянии могут быть использованы в смеси с почвенным слоем для производства кирпича без отошающих добавок. Ожидаемая марка кирпича, судя по лабораторным показателям, будет "100" и выше. Наряду с этим отмечается возможность использования нижнего песчаного слоя в смеси с глинистым слоем. Лабораторными опытами установлено, что в глинистые смеси можно добавлять песок в количествах 25-28 % с расчетом повышения общего содержания песчаных частиц в смесях до 75-80 %. Ожидаемая марка кирпича при таком повышенном содержании песка в глинистом тесте будет несколько ниже, то есть "50"- "75".

Почвенный слой следует рационально использовать в смеси с нижележащими глинистым и песчаным слоями.

Размер площадки определяется равным:  $300 \times 300 = 90000 \text{ м}^2$ . Среднеарифметическая мощность глинистого слоя вместе с почвенным равна 2 метрам. В случае добавок песка к глинистым смесям в размере 25 % средняя мощность карьерного уступа может быть определена в 2,5 м.

Тогда общие запасы сырья, пригодного для кирпичного производства, равны  $90000 \times 2,5 = 225000 \text{ м}^3$ . По степени изученности эти запасы могут быть отнесены к высшей категории (А<sub>2</sub>).

При условии использования почвенного слоя в качестве добавки в глинистую смесь определение объема вскрышных работ значительно упрощается, то есть перед началом карьерных разработок площадку следует очистить лишь местами от дернины на глубину не более 0,1 м, остальная часть почвенного слоя представляет собой песчаную глину с гумусом, вполне пригодную для кирпичного производства.

- Исследованные глинистые отложения Безымянного месторождения оказались с повышенным содержанием песчаных частиц, особенно в нижней части глинистого пласта, но без значительного содержания вредных примесей и безводными на глубину буровой разведки (3,5-4 м).

- Содержание карбонатов в пылеватом и равномерно рассеянном состоянии имеется в умеренном количестве, что не снижает качества опытных образцов кирпича.

- Смеси глинистых пород по разрезам 5-ти шурфов, пропорционально мощности почвенного и глинистого слоев, содержат в естественном состоянии достаточное количество песчаных (отошающих) частиц, что удовлетворяет нормам воздушной усадки и не вызывает деформации и трещинообразования сырца. Но в целях использования подстилающего песчаного слоя в глинистую шихту можно добавлять песок в количестве не более 25 %.

Таблица 2

## Результаты керамических испытаний

| №   | Состав смеси   | Песчаных<br>частий в % | Добавка песка<br>в % | Соержание<br>воды в % при<br>нормальной<br>пластичности | Соержание<br>CaCO <sub>3</sub> в % | Усадка    |         | Прочность в кг/см <sup>2</sup> |            | Водопогло-<br>щение в % |
|-----|--|------------------------|----------------------|---|------------------------------------|-----------|---------|--------------------------------|------------|-------------------------|
|     |  |                        |                      |   |                                    | воздушная | огневая | при сжатии                     | при изгибе |                         |
| I   | Смесь почвенного слоя 0-0,4<br>и глинистого 0,4-1,5 м<br>Смесь та же, но с добавкой песка                    | 54,5                   | 15,5                 | 18,9  | 3,9                                | 5,7       | 0       | 135,5                          | 36,7       | 13,7                    |
|     |  | 54,5                   |                      |   |                                    | 5,5       | 98-104  | 10,1                           | 12,6       |                         |
| II  | Смесь почвенного слоя от 0,0 до 0,3 м<br>и глинистого от 0,3 до 2,1 м<br>Смесь та же, но с добавлением песка | 43,5                   | 26,5                 | 21,6  | 2,1                                | 6,25      | 0       | 150-172                        | 39,7-43,0  | 14,8                    |
|     |  | 43,5                   |                      |   |                                    | 6,01      | 0       | 104-127                        | 13,8-15,7  | 13,2                    |
| III | Смесь почвенного слоя от 0,0 до 0,3 м<br>Смесь та же, но с добавкой песка                                    | 51,2                   | 28,8                 | 20,8  | 3,2                                | 5,6       | 0       | 132-158                        | 35-39      | 11,2                    |
|     |  | 51,2                   |                      |   |                                    | 5,0       | 0       | 118-131                        | 12-19      | 9,8                     |
| IV  | Смесь почвенного слоя от 0,0 до 0,3 м<br>и глинистого от 0,3 до 2,0 м<br>Смесь та же, но с добавкой песка    | 54,0                   | 26,0                 | 19,2  | 1,0                                | 5,0       | 0       | 120-149                        | 25-26      | 11,5                    |
|     |  | 54,0                   |                      |   |                                    | 5,0       | 0       | 101-109                        | 18,7-25,0  | 10,5                    |
| V   | Смесь почвенного слоя от 0,0 до 0,4 м<br>и глинистого от 0,4 до 2,3 м<br>Смесь та же, но с добавкой песка.   | 47,6                   | 13,0                 | 21,0  | -                                  | 6,25      | 0       | 136-144                        | 40-42      | 13,9                    |
|     |  | 47,6                   |                      |   |                                    | 6,0       | 0       | 116-119                        | 10,8-12,3  | 13,0                    |
| VI  | Смесь почвенного слоя от 0,0 до 0,4 м<br>и глинистого от 0,4 до 2,2 м<br>Смесь та же, но с добавкой песка    | 53,3                   | 21,7                 | 19,0  | -                                  | 5,6       | 0       | 140-168                        | 38-39      | 12,4                    |
|     |  | 53,3                   |                      |   |                                    | 5,4       | 0       | 118                            | 21-25      | 11,8                    |

Таблица 3

## Гранулометрический состав глин Безьянного месторождения

| № образцов | № скважин | Глубина взятия образца в м | Питроскоп. влага в % | Содержание частиц в % |           |       |           |            |       |             |       |       |             | Содержание солей в % |
|------------|-----------|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|-------|-----------|------------|-------|-------------|-------|-------|-------------|----------------------|
|            |           |                            |                      | песчаных              |           |       | пылеватых |            |       | глинистых   |       |       |             |                      |
|            |           |                            |                      | 1-0,25                | 0,25-0,05 | всего | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | всего | 0,005-0,001 | 0,001 | всего |             |                      |
| 1          | 4         | 0-0,5                      | 1,2                  | 13,0                  | 21,29     | 34,29 | 38,75     | 1,35       | 40,10 | 18,64       | 12,67 | 25,61 | -           |                      |
| 2          | “         | 1,5-2,0                    | 0,3                  | 20,07                 | 74,59     | 94,66 | 1,99      | 1,73       | 3,67  | 1,67        | 0     | 1,67  | -           |                      |
| 3          | 1         | 0,5-1,0                    | 1,4                  | 9,14                  | 31,51     | 40,65 | 20,48     | 10,48      | 30,96 | 26,03       | 2,36  | 28,39 | -           |                      |
| 4          | “         | 1,5-2,0                    | 1,2                  | 11,42                 | 43,30     | 54,72 | 33,60     | 3,36       | 36,96 | 3,57        | 3,15  | 6,72  | 1,6 гипс    |                      |
| 5          | “         | 2,5-3,0                    | 0,32                 | 34,70                 | 51,81     | 86,51 | 3,81      | 3,54       | 7,35  | 3,31        | 2,13  | 5,44  | 0,7 гипс    |                      |
| 6          | 13        | 0,5-1,5                    | 1,6                  | 5,84                  | 16,36     | 22,20 | 38,51     | 17,24      | 49,75 | 13,86       | 14,19 | 28,05 | -           |                      |
| 7          | “         | 2-2,5                      | 0,49                 | 37,68                 | 53,87     | 91,55 | 1,79      | 6,00       | 7,79  | 0,66        | 0     | 0,66  | -           |                      |
| 8          | “         | 3-3,5                      | 0,65                 | 19,40                 | 51,01     | 70,41 | 18,22     | 5,69       | 23,91 | 1,01        | 2,34  | 3,85  | 2,3 кальций |                      |
| 9          | 16        | 1-1,5                      | 1,03                 | 6,01                  | 27,67     | 38,68 | 22,31     | 13,77      | 36,08 | 16,8        | 13,44 | 30,24 | -           |                      |
| 10         | “         | 2-2,5                      | 0,48                 | 20,03                 | 73,83     | 93,86 | 2,8       | 2,01       | 4,81  | 0,33        | 1,0   | 1,33  | -           |                      |
| 11         | 3         | 0-0,3                      | 1,44                 | 19,0                  | 22,7      | 41,7  | 24,6      | 9,09       | 38,69 | 15,1        | 10,51 | 25,61 | -           |                      |
| 12         | “         | 0,3-2                      | 0,7                  | 13,8                  | 24,4      | 38,2  | 29,84     | 8,65       | 38,49 | 10,66       | 12,65 | 23,31 | -           |                      |
| 13         | “         | 2-2,7                      | 0,3                  | 20,1                  | 72,42     | 92,52 | 0,82      | 3,32       | 4,14  | 1,67        | 1,67  | 3,34  | -           |                      |
| 14         | “         | 2,7-3,2                    | 0,8                  | 17,59                 | 37,12     | 54,71 | 8,22      | 3,37       | 11,59 | 5,46        | 28,24 | 33,7  | -           |                      |

• Температура обжига для получения строительного кирпича не должна превышать 900 °, в противном случае возможно получение значительного процента брака.

• При соблюдении указанных условий обжига и соответствующем режиме технологического процесса (особенно в отношении тщательного перемешивания материала) ожидаемая марка кирпича, без добавки песка из нижнего слоя, будет "100" и выше, а с добавкой песка (25 %) ожидаемая марка кирпича будет несколько ниже "50"- "75".

• Несколько повышенный процент водопоглощения обожженных образцов, особенно без добавки песка, косвенно указывает на недостаточную их морозостойкость. Однако это не может служить причиной браковки кирпича, а лишь указывает на ограниченное его применение.

• Детально изученные запасы глинистых пород с добавкой из нижнего слоя определяются в 225 000 м<sup>3</sup>, что с избытком может обеспечить потребность кирпичного 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. Пылаев А.М. Руководство по интерпретации вертикальных электрических зондирований. – М., 1968
4. Смиливец О.Д., Сулицкий Ф.В., Рейтхонов К.С. Особенности интерпретации данных ВЭЗ при расчленении верхней части разреза песчано-суглинистых толщ //Недра Поволжья и Прикаспия. – 2001. – Вып.26. – С.67-71.
5. Шиндяпин П.А. Дорожно-строительные материалы 28-ми районов Саратовской области. – Саратов: САДИ им. В.М. Молотова, 1940
6. ГОСТ 23735-79. Смеси глинистые для строительных работ. Технические условия.

