

УДК 624.131.1

*С.В. Сергеев, А.Н. Петин, М.М. Яковчук,  
А.В. Овчинников*

***ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
В МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ЗАСТРОЕННЫХ  
ТЕРРИТОРИЯХ РЕГИОНА КМА***

Семинар № 1

---

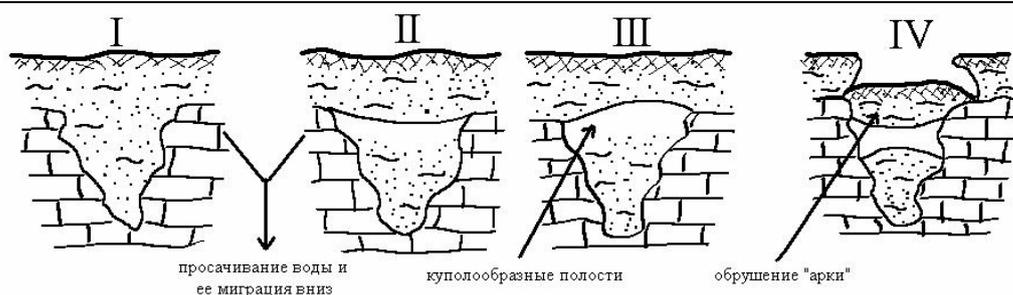
**Н**а отдельных застроенных территориях Белгородского региона в основаниях зданий и сооружений залегают меловые грунты. В пределах строительных площадок участились случаи деформирования зданий расположенных на указанных грунтах. Деформации проявлены в виде трещин разрыва на кирпичных стенах зданий, зиянием между стенами и несущими конструкциями зданий (колонн, панелей, перекрытий), осадкой и провалами земной поверхности вокруг построек и сооружений. Подобные нарушения связаны, прежде всего, как с природными факторами (геологическим строением и литолого-петрографическим составом меловых толщ), так и техногенными.

Важным геологическим фактором, влияющим на устойчивость грунтового основания, является закарстованность меловой толщи. Карст в мелах представлен в двух видах: первый имеет сводовый характер и чаще всего наблюдается в случае перекрытия меловых пород только почвенно-растительным слоем; второй имеет воронкообразную форму и является погребенным карстом, выполненным перекрывающимися песчано-глинистыми отложениями с выветрелыми и ожелезненными обломками мелкозернистого песчаника кварцевого состава.

Одним из главных факторов карстообразования является действие инфильтрационных и подземных вод. Наиболее сильно растворяет породы слабо минерализованная вода, а также водные растворы, содержащие свободную углекислоту. В этом случае растворяющее действие воды увеличивается во много раз. Растворению способствует повышенная температура и движение воды.

Очень важным условием развития карста является степень водопроницаемости пород. Наилучшие условия в этом отношении создаются в трещиноватых породах, особенно при наличии трещин шириной не менее 1 мм, так как это обеспечивает свободную циркуляцию воды. Вода постепенно разрабатывает трещины в каналы и пещеры. Этот процесс продолжается до водоупора или уровня подземных вод. У коррозионного процесса, как и у эрозионного, имеется нижний предел развития, называемый базисом коррозии, которым чаще всего бывает уровень ближайшей реки, озера или моря, а также поверхность водоупорных пород.

Ниже уровня подземных вод, если они достаточно минерализованы и поток их движется медленно, карстообразование не происходит. В этой части массива наблюдается цементация трещин за счет выпадения из водного раствора



*Стадийное развитие оседаний поверхности, вызванных карстом в меловых породах*

кальцита и других веществ. В связи с этим в карстующемся массиве следует различать зону карстообразования и зону цементации [1].

В меловых породах карстовые процессы протекают медленно, но деятельность человека может значительно их ускорить. В процессе выщелачивания в карстующихся породах образуются различные по своему положению и форме пустоты, или карстовые формы [2].

Строительство в карстовых районах связано со значительными трудностями, так как карстующиеся породы являются ненадежным основанием. Развитие карстовых форм может вызвать недопустимые осадки или даже полное разрушение конструкций.

В меловой толще, в настоящее время, возможно проявление карстово-суффозионных процессов в силу техногенного влияния и воздействия, обусловленного утечкой вод, прокладкой теплотрасс, различного рода водонесущих коммуникаций. Именно утечка воды из них в первую очередь приводит к усилению карстово-суффозионных явлений, поскольку воды имеют агрессивный характер, кислотно-щелочной состав, повышенную температуру, суммарно вызывающие повышенную интенсивность растворения мела, а следовательно, и карстово-суффозионных процессов. Схемы оседания земной поверхности отражена на рисунке.

Перекрывающие породы состоят из суглинков, песков и выветрелых обломков песчаника палеогенового возраста. Указанные отложения выполняют пустоты и открытые трещины в подстилающих меловых породах. Вымывание тонкого материала приводит к образованию полостей, разрыхлению перекрывающей «арки» и разрастанию полостей в сторону поверхности земли, особенно после сильных ливневых дождей. Это, в свою очередь, создает под дорогами или домами, зданиями, благоприятные условия для обрушения. Эти, хотя и опасные, но относительно мелкие обрушения могут достигнуть значительно больших размеров, если имеется связь трещин с крупными карстовыми полостями в мелмергельной толще. На рисунке, I и II показано неповрежденное основание, а на III и IV – поврежденное основание. Рисунок, IV отражает случай с обрушением, распространившимся к земной поверхности.

Песчано-глинистые поверхностные отложения, перекрывающие трещиноватые меловые породы, могут постепенно вымываться в трещины подстилающих пород, что приводит к провалам земной поверхности. Следует учитывать, что верхняя часть меловой толщи мощностью от 5 до 10-15 м является ослабленной зоной, т.е. корой выветривания, которая также может быть отнесена к рыхлым образованиям. Эта зона сложена дресвой, щебнем, крошкой и порош-

кообразным мелом. Поэтому кровлей коренных пород в толще будет являться нижняя граница развития коры выветривания, ниже которой развиты мела плотные и массивные. Следует иметь ввиду и то обстоятельство, что конфигурация указанной границы может иметь извилистую и зигзагообразную форму, которая напрямую зависит от тектонических особенностей мелов. Установлено, что в мелах широко развиты вертикальные трещины и ослабленные зоны, вдоль которых на глубину возможно развитие и ныряние нижней границы коры выветривания меловых пород.

Тектонические нарушения в меловой толще также являются благоприятным фактором для развития карстово-суффозионных явлений. Вынос тонкодисперстного материала из области развития суффозии может производиться по горизонтальным трещинам, широко развитым в мелах, в направлении области разгрузки. Области разгрузки являются поймы и долины рек, подножия крутых склонов. Подмечено, что карстово-суффозионные процессы в мел-мергельной толще наиболее интенсивнее проявляются на водоразделах (возвышенностях и утесах), на участках со значительным гипсометрическим перепадом расположения областей питания и разгрузки. На участках с пологими склонами и небольшой вертикальной разностью абсолютных отметок, интенсивность явлений растворения и размыва мел-мергельных пород резко снижается. Указанное обстоятельство следует учитывать при выборе территорий для застройки.

Карстовые явления послужили основной причиной деформирования производственных зданий ОАО «Алексеевка-Химмаш» [3]. Здесь из-за растекания техногенных вод и систематического

проникновения их в трещиноватый меловой массив произошла интенсификация карстовых процессов.

Механические свойства мела рассмотрены в работе [4], в которой изложены результаты исследований упругих свойств и деформируемость сухого и водонасыщенного мела. В работе сделан вывод об отсутствии пластического течения в мелу и способность его к упрочнению под нагрузкой во времени.

В настоящее время в Белгородском регионе уточнение характеристик меловых грунтов производится в результате инженерно-геологических изысканий. В частности, в поймах рек Везелка, Северский Донец массив мела залегает в непосредственной близости от поверхности и находится в водонасыщенном состоянии.

По данным бурения, полевых опытных работ и лабораторных исследований меловые отложения в поймах рек можно разделить на 2 зоны.

1. Дисперсная зона (мел сильновыветренный) в данной зоне мел разрушен процессами выветривания до пастообразного состояния и представляет собой глиноподобную массу с включениями мелких непрочных обломков и дресвы коренного мела. Количество глиноподобного мела (мелового заполнителя с максимальным диаметром частиц до 2 мм) достигает 60 % и колеблется в основном в пределах 30-50 %. Следовательно, мел в дисперсной зоне согласно ГОСТ 25100-95 надо рассматривать как глинистый грунт, причем физико-механические свойства его можно определять по заполнителю (пастообразной массе).

По данным бурения и полевых опытных работ мощность дисперсной зоны колеблется в пределах 3-4 метра. Механические характеристики мела в этой зоне:

Удельное сцепление - 13-20 кПа;

Угол внутреннего трения - 20-25<sup>0</sup>;  
Модуль деформации - 5-8 МПа;  
Коэффициент выветрелости - 0,8-1,0.

## 2. Щебенистая зона (мел выветрелый).

В данной зоне мел менее разрушен процессами выветривания, чем в дисперсной зоне и представляет собой массив щебенистых обломков с включениями дресвы «цементированных» между собой пастообразным заполнителем. Количество мелового заполнителя колеблется в основном в пределах 20-50 %. Мощность щебенистой зоны достигает 10-12 м. Мел в данной зоне водонасыщенный. В нижней части щебенистая зона переходит в глыбовую (трещиноватую зону). Механические характеристики этой зоны:

Удельное сцепление - 18-20 кПа;  
Угол внутреннего трения - 24-27<sup>0</sup>;  
Модуль деформации - 8-10 МПа;  
Коэффициент выветрелости - 0,6-0,7.

Характеристики сжимаемости водонасыщенных меловых грунтов предлагается уточнять косвенным методом используя величины фактических осадок [5]:

$$E = P \cdot J \cdot R / S \cdot d, \quad (1)$$

где P – нагрузка на одиночную сваю; J – коэффициент влияния осадки; R – коэффициент увеличения осадки; S – осадка одиночной сваи; d – диаметр или сторона квадратной сваи.

### Выводы

1. В ходе проведения проектно-изыскательских работ требуется детальное изучение литолого-стратиграфического разреза мел-мергельной толщи с целью выявления зональности строения и физико-химических условий образования различных литотипов морской фации и меловой формации пород.

2. Колонковое бурение скважин необходимо осуществлять с полным отбором керна, данные детального изучения которого явятся информативным материалом для построения инженерно-геологической модели грунтового основания.

3. При строительстве высотных зданий на мел-мергельных грунтах рекомендуется применять свайные буро-набивные и забивные с лидерной скважиной.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молоков Л.А. Инженерно-геологические процессы. – М.: Недра, 1985.  
2. Зианфиров Р.С., Быкова В.С., Полтев М.П. Инженерная геология в строительстве. – М.: Стройиздат, 1986.  
3. Волков Ю.И., Забусов Н.И., Яковчук М.М., Дворовенко В.П. Геолого-гидрогеологические особенности и развитие процессов дезинтеграции породного массива на площадке завода «Химмаш». // Вестник ХНУ, №563, Харьков, 2002.

4. Горькова И.М. Гидроксильность, просадочность, относительная уплотненность, консистенция мела и мелоподобных пород и зависимость предела их прочности от пористости и влажности. // Труды ЛГГП АН СССР, Т.44, 1962.

5. Проектирование и устройство свайных фундаментов СП 50-102-2003. – Москва: ГОССТРОЙ РОССИИ, 2004.

### Коротко об авторах

Сергеев С.В., Петин А.Н., Яковчук М.М., Овчинников А.В. – сотрудники геолого-географического факультета Белгородского госуниверситета.