

СССР — МПС

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Ассистент А. Я. ТУРОВСКАЯ

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНОВ

УТВЕРЖДАЮ АКАДЕМИК

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор М. Н. ГОЛЬДШТЕЙН.

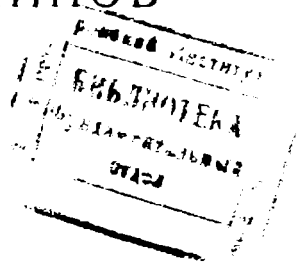
г. ДНЕПРОПЕТРОВСК
1959

СССР — МПС

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Ассистент А. Я. ТУРОВСКАЯ

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНОВ



АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор М. Н. ГОЛЬДШТЕЙН.

г. ДНЕПРОПЕТРОВСК
1959

БТ 00157. Подписано к печати 17-VI—1959 г. Бум. 60x84¹/₁₆ п. л. 1,5
Днепропетровск Типогр. отд. Трансжелдориздата Заказ № 4361—100.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Историческими решениями XXI съезда КПСС предусматривается в текущем семилетии небывалое развертывание строительства во всех районах страны.

Такой колоссальный размах промышленного, гражданского, гидротехнического и дорожного строительства в Советском Союзе, с его огромной территорией и крайним разнообразием инженерно-геологических условий, во многих случаях ставит перед строителями задачу использования в качестве оснований сооружений таких грунтов, как илы, торф, плывуны, мерзлые грунты, лесс, породы зоны выветривания и т. п.

Многие проблемы геотехники, возникшие при строительстве в таких сложных геологических условиях, успешно решены. Разработаны методы оценки строительных свойств илов, лессов, торфа, мерзлых грунтов и созданы рациональные методы проектирования сооружений на этих грунтах.

Однако до сих пор все еще недостаточно изучены строительные свойства коры выветривания—элювиальной толщи, которую обычно считают недостаточно надежным основанием для сколько-нибудь ответственных сооружений. Между тем, эти грунты покрывают значительные территории в ряде районов СССР (Украина, Урал, Казахстан, Средняя Азия, Сибирь).

Нередко прибегают к удалению элювиальных грунтов и опирают фундаменты на невыветрелую материнскую породу. При значительной мощности элювия подобный прием оказывается весьма дорогим, а иногда и неосуществимым.

Все это требует тщательного и всестороннего изучения строения коры выветривания и оценки механических свойств элювиальных грунтов в связи с особенностями их структуры, текстуры и условий образования.

В настоящей работе на примере днепровских первичных каолинов дан анализ условий образования элювия и возникающих в этих условиях специфических структурно-текстур-

ных особенностей, придающих породе чрезвычайную неоднородность.

Микроскопическое изучение состава и структуры первичных каолинов позволило объяснить неоднородность их механических свойств. Исследовано влияние структуры и текстуры первичных каолинов на их прочность. Специально рассмотрен вопрос о природе прочности первичных каолинов.

Микроскопически были также исследованы образцы первичного каолина, подвергавшиеся деформации в условиях трехосного сжатия, и зафиксированы возникающие при этом структурно-текстурные изменения. Эти исследования позволили установить зависимость структурно-текстурных изменений от характера напряженного состояния.

На основе проведенных исследований автором сделаны выводы об условиях возведения сооружений на первичных каолинах.

Диссертация состоит из пяти глав, общим объемом 159 стр. машинописного текста.

Глава I. Состав, структура и текстура первичных каолинов

Глава II. Физические свойства первичных каолинов

Глава III. Прочность и сжимаемость первичных каолинов

Глава IV. Влияние особенностей строения первичных каолинов на изменение их геотехнических свойств по глубине.

Глава V. Структурно-текстурные изменения, возникающие в первичных каолинах при деформации.

Микроскопическое описание шлифов первичных каолинов, результаты испытания первичных каолинов на прочность и сжимаемость и результаты измерений ориентировки глинистых частиц в образцах первичного каолина после деформации—приведены в приложениях.



1. СОСТАВ, СТРУКТУРА И ТЕКСТУРА ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНОВ

1. Первичные каолины являются типичной элювиальной породой. Возникая в зоне осадкообразования при термодинамических условиях, свойственных поверхности Земли, они являются осадочной породой, однако история формирования элювия резко выделяет его из общего комплекса осадочных образований.

Обычно накопление осадочного материала во времени приводит к росту осадочной толщи снизу вверх; в условиях возникновения элювия наблюдается обратное: процессами выветривания сначала охватывается лишь поверхность материнских пород и затем эти процессы начинают постепенно проникать в глубь массива.

При нормальном осадконакоплении наиболее полно сформировавшиеся породы залегают ниже, перекрываясь более молодыми осадками; в элювии наблюдается обратное: наиболее полно разложившаяся порода находится на поверхности элювиальной толщи; с глубиной она переходит в материнскую породу.

2. Разнообразие состава материнских пород, неодинаковая геоморфология и различное тектоническое строение отдельных участков дают отличные друг от друга по составу и мощности продукты выветривания.

В настоящей работе изложены результаты исследований геотехнических свойств одного из наиболее распространенных типов элювия — первичных каолинов (на примере днепровских первичных каолинов).

3. На территории УССР каолиновая кора выветривания занимает обширное пространство от Полесских болот на северо-западе и до Азовского моря на юго-востоке (на расстоянии 950 км.).

Днепровские первичные каолины залегают на докембрийских кристаллических породах, продуктами разрушения которых они и являются.

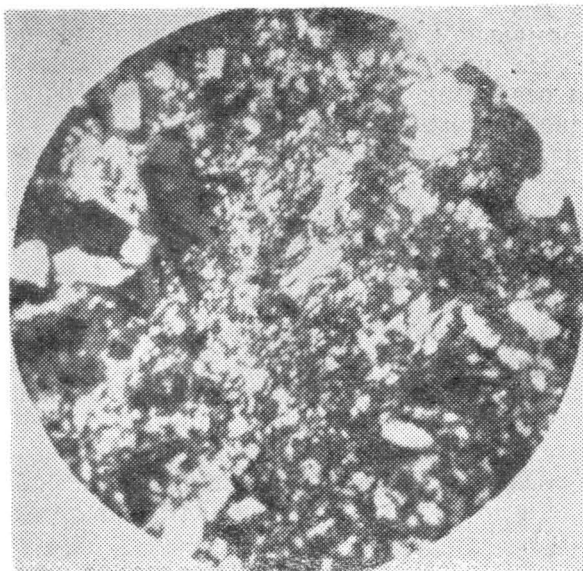
В строении коры выветривания наблюдается зональность, хотя резкую границу между зонами установить трудно: в верхней (каолинитовой) зоне гидрослюды почти отсутствуют, книзу количество их возрастает и порода становится существенно гидрослюдистой. Средняя (гидрослюдистая) зона постепенно переходит в нижнюю зону дресвы.

4. По текстурным признакам днепровские первичные каолины делятся на две группы:

- 1) каолины с полосчатой текстурой
- 2) каолины с массивной и пятнистой текстурой.

Наиболее распространенными являются первичные каолины с полосчатой текстурой.

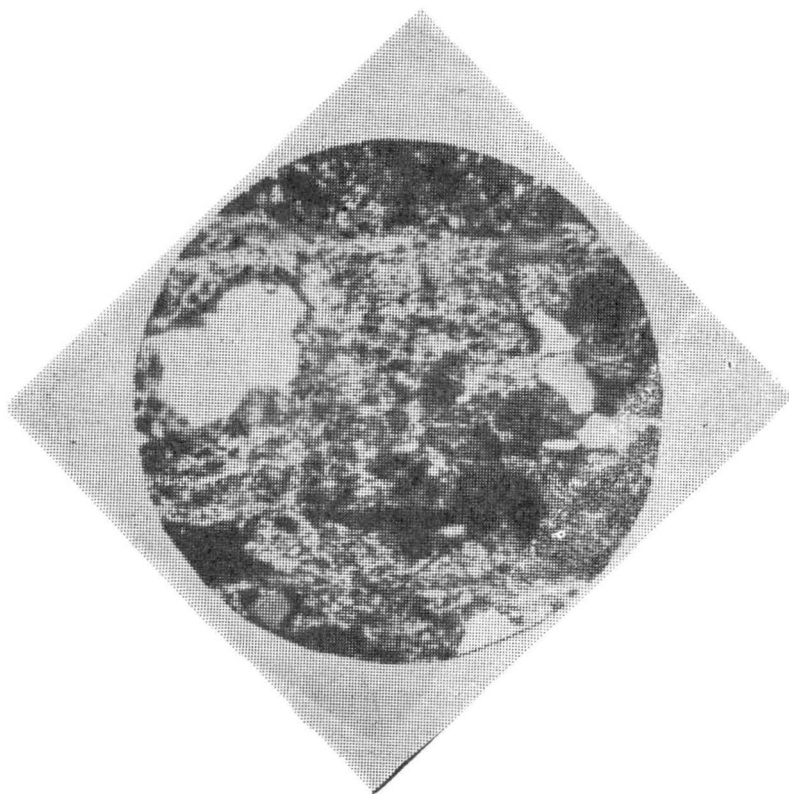
5. Полосчатые первичные каолины макроскопически представляют собой неоднородную породу, в которой более светлые полосы имеют песчанистый характер (обозначаются нами как псевдопесчанистые), а более темные — глинистый. Проведенные анализы показали отсутствие резкой разницы в гранулометрическом составе этих двух разностей. Содержание крупных ($>0,1$ мм) зерен в них примерно одинаково ($>30\%$).



Фиг. 1. Псевдопесчанистый прослой. Чешуйки каолинита не ориентированы. Анализатор включен. Увеличение, $50\times$

Минералогический состав псевдопесчанистой и глинистой разновидностей тоже весьма близок. Порода состоит главным образом из каолинита и кварца.

Как в глинистой, так и в псевдопесчанистой разновидности, несмотря на значительное содержание зерен кварца, последние между собой не соприкасаются и расположены в массе каолинита, как в базальном цементе.



Фиг. 2. Глинистый прослой. Чешуйки каолинита ориентированы в одном направлении. Виден контакт с псевдопесчанистым прослоем. Анализатор включен. Увеличение 20 \times

Таким образом, кварцевые зерна не создают в породе жесткого скелета.

Однако несмотря на общность гранулометрического и минералогического состава, в шлифах четко фиксируется различие в текстуре и структуре глинистых и псевдопесчанистых прослоев, при этом основное различие обусловлено характером глинистого материала и его расположением в породе.

6. В псевдопесчанистых прослоях (фиг. 1) каолинит представлен крупными чешуйками размером до 1 мм, рассеянными беспорядочно (без признаков ориентировки) в общей массе более мелких, но различных под микроскопом чешуек, как бы сцементированных изотропным коллоидальным глинистым веществом, содержание которого достигает 20—50 %, при этом в гидрослюдистой зоне коры выветривания, находящейся на более ранней стадии развития, содержание его наибольшее.

7. В глинистых прослоях (фиг. 2) основная масса глинистого вещества представлена тонкочешуйчатым каолинитом; размер чешуек не превышает тысячных или сотых долей миллиметра. Крупные чешуйки и изотропное оптически аморфное глинистое вещество в них отсутствует.

В расположении чешуек каолинита в псевдопесчанистых прослоях, как отмечалось выше, никакой закономерности не наблюдается. В глинистых же четко фиксируется ориентировка чешуек каолинита в одном направлении (параллельно ограничениям полос), создавая впечатление сланцеватости, что хорошо заметно по одновременному угасанию чешуек.

8. Возникновение полосчатой текстуры связано с тектоническими процессами, в результате которых порода покрылась системой трещин; этим на раздробленных участках создались благоприятные условия для каолинизации. Последующее слабое проявление тектонических подвижек привело к тому, что в уже разложившейся каолининовой массе под влиянием сдвигающих напряжений чешуйки приобрели ориентированное расположение, в результате чего образовались глинистые прослои.

В слабо раздробленных и поэтому менее каолинизированных участках материнской породы, сохранивших во время тектонических подвижек большую жесткость, глинистые чешуйки не приобретали ориентировки; в результате дальнейших процессов выветривания за счет этих участков возникли псевдопесчанистые прослои.

Нашими лабораторными опытами подтвердилась возможность возникновения полосчатой текстуры первичных као-

линов с ориентированным расположением чешуек в глинистых прослоях за счет воздействия одностороннего давления при тектонических подвижках.

Таким образом, специфические особенности строения элювиальной толщи обусловлены не только характером процессов выветривания, но и характером напряженного состояния породы в период ее формирования.

II. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНОВ

1. Удельный вес первичных каолинов верхней (каолининовой) зоны для большинства исследованных проб равен 2,65—2,66 г/см³.

Удельный вес первичных каолинов средней (гидрослюдистой) зоны составляет 2,68—2,70, достигая в некоторых грунтах даже 2,84 г/см³.

Вследствие значительного содержания в грунте крупных зерен кварца, производилось раздельное определение удельного веса для фракции <0,5 мм и фракции >0,5 мм. Исследования показали, что удельный вес этих фракций практически одинаков.

Для первичных каолинов с полосчатой текстурой специально изучался раздельно удельный вес псевдопесчанистой и глинистой разновидностей. Удельные веса их оказались почти одинаковыми.

2. Пористость первичных каолинов колеблется в значительных пределах—от 35 до 50 %, при преобладающем значении 42—45 %. Коэффициент пористости изменяется от 0,52 до 1,04 и в большинстве случаев составляет 0,70—0,80.

Закономерного уменьшения пористости с глубиной (уплотнения) не наблюдается.

3. Вследствие чрезвычайной неоднородности и пестроты гранулометрического состава первичных каолинов был специально исследован вопрос о методике подготовки грунта для определения пределов консистенции. Исследования показали, что при высоком (20—30 %) содержании в грунте фракции >0,5 мм стандартная методика подготовки непригодна. Наиболее правильной следует считать подготовку без предварительного высушивания и просева.

Пластичность глинистой разновидности, как правило, выше чем псевдопесчанистой, однако коллоидная активность (показатель пластичности) выше у псевдопесчанистой разновидности. Максимального значения она достигает в каолинах гидрослюдистой зоны, наиболее богатых изотропным глинистым веществом.

III. ПРОЧНОСТЬ И СЖИМАЕМОСТЬ ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНОВ

1. Имеющиеся в литературе данные о природе прочности глинистых грунтов касаются лишь нормально-осадочных пород, характеризующихся типичными седиментационными структурами.

В нормально-осадочных породах под влиянием процессов диагенеза и эпигенеза идет постепенное упрочнение породы; дальнейшее развитие этих процессов может привести к полной литификации породы, и структура ее становится типичной кристаллизационно-конденсационной. Глинистая порода превращается в полускальную.

В породах элювиальных наблюдается обратный процесс — разупрочнение, ослабление тех структурных связей, которые имели место в материнской породе.

2. Материнская кристаллическая порода (гранит, мигматит, гнейс) обладает прочностью на раздавливание более 1000 кг/см^2 и ничтожной пористостью; контакт между кристаллическими зернами осуществляется по всей их поверхности, при этом характерны связи первичной валентности, преимущественно ионные. Структура породы типичная кристаллизационная; в такой породе прочность связи между кристаллическими зернами такого же порядка, как и прочность самих зерен.

При процессе каолинизации снижение прочности породы идет одновременно несколькими путями;

а) ослабление составных частей породы вследствие превращения зерен полевого шпата с очень прочной ионной связью в слабые глинистые минералы со слоистым строением решетки, с водородной либо катионной связью между пакетами;

б) значительное уменьшение плотности породы вследствие интенсивного процесса выноса катионов и кремнекислоты, в результате чего порода становится пористой ($p > 40\%$); концентрация частиц в единице объема при этом уменьшается, а следовательно, уменьшается и общая площадь межчастичных контактов, которые служат ареной проявления межчастичных связей;

в) ослабление связи между частицами, как вследствие уменьшения количества контактов, так и вследствие превращения, в итоге, межчастичных связей первичной валентности в малопрочные связи вторичной валентности.

3. В главе I отмечалось, что первичный каолин состоит главным образом из жестких зерен кварца и глинистых минералов.

Так как зерна кварца между собой не соприкасаются, они не создают в породе жесткого каркаса; прочность и сжимаемость породы определяются, в первую очередь, связью между глинистыми частицами. Однако характер этой связи в глинистых и псевдопесчанистых прослоях различный.

Проведенные исследования показали, что состав, структура, и текстура глинистой и псевдопесчанистой разностей предопределяют их различные физико-механические свойства.

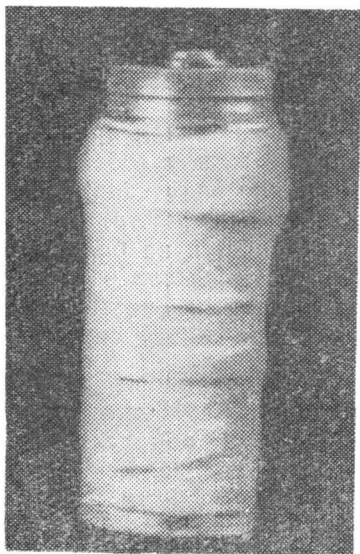
В глинистой разновидности вследствие наличия ориентировки частиц, последние не контактируют между собой ребрами или углами, а через адсорбированную воду соприкасаются гранями, параллельными плоскостям спайности. Внешняя нагрузка в местах контакта распределяется на большую площадь, толщина водных пленок возрастает, а следовательно, облегчается скольжение между соседними частицами; это означает уменьшение сопротивления сдвигу системы.

Связь между частицами в таких грунтах слабая и структура породы приближается к коагуляционной. Несмотря на значительное содержание зерен кварца, грунт обладает глинистым обликом и характер деформации его должен быть типичным для глин, в которых сопротивление сдвигу определяется силами сцепления, а внутреннее трение практически отсутствует.

В псевдопесчанистой разновидности, вследствие отсутствия ориентировки глинистых частиц, контакты приурочены к их углам и ребрам; в точках контакта, если и сохранились остаточные гидратные прослои, обуславливающие пластичный характер связей, то толщина их будет минимальной. За счет цементирующей роли изотропного глинистого вещества появляются более жесткие связи между частицами. Грунт становится менее пластичным, теряет типичные глинистые свойства. Сопротивление сдвигу такого грунта должно определяться не только силами сцепления, но и внутренним трением.

4. Для исследования прочности первичных каолинов была поставлена серия опытов: испытание на прочность при срезе, при одноосном и трехосном сжатии. Кроме того, для сравнительной характеристики псевдопесчанистой и глинистой разновидностей определялась прочность по погружению конуса.

Опыты полностью подтвердили выводы, сделанные на основе изучения состава и структурно-текстурных особенностей породы. В зависимости от соотношения в грунте глинистого и псевдопесчанистого материала он обладает различной прочностью и сжимаемостью.



Фиг. 3. Образец первичного каолина с полосчатой текстурой после испытания в стабилометре.

При испытании на срез неоднородность породы проявляется очень четко. Изменение характера прослоя, к которому приурочена поверхность сдвига, вызывает резкое изменение прочности грунта. Опытные точки в большинстве случаев не ложатся на одну прямую, а разбросаны без какой-либо закономерности; по-существу объединить их общим графиком нельзя, так как каждый срез соответствует иному грунту.

При испытании на трехосное сжатие (в стабилометре) образец первичного каолина деформируется не как однородное тело: в местах псевдопесчанистых прослоев он почти не изменяет своего сечения, в то время как в глинистых—значительно расплющивается, с образованием выпуклых «поясков», надвигающихся на более жесткие псевдопесчанистые прослои (фиг. 3).

Вследствие таких специфических особенностей строения первичных каолинов, даже в пределах одного монолита грунт столь неоднороден, что параллельные опыты нередко дают совершенно различные результаты.

5. По материалам испытаний в стабилометре составлены сводные графики сдвига (огибающие кругов Мора). Каж-

дым сводным графиком обобщаются данные испытаний образцов, близких по составу и строению.

Для днепровских первичных каолинов представилось возможным выделить четыре типа с различными прочностными характеристиками:

I. Глинистые первичные каолины, местами с псевдопесчанистыми пятнами или полосами.

II. Пятнистые и полосчатые первичные каолины без преобладания песчанистой или глинистой разновидности.

III. Пятнистые и полосчатые первичные каолины с преобладанием псевдопесчанистого материала.

IV. Псевдопесчанистые первичные каолины, местами с глинистыми пятнами.

Для первичных каолинов типа I характерен угол внутреннего трения около нуля при испытании по закрытой системе.

Первичные каолины типа IV характеризуются углом внутреннего трения около 20° .

Для типов II и III характерны промежуточные значения.

6. Неоднородность строения первичных каолинов осложняется еще непостоянством влажности даже в пределах одного монолита.

Однако в образцах с естественной структурой, когда влияние влажности завуалировано неоднородностью породы, установить количественно зависимость прочности от влажности затруднительно. Поэтому нами были поставлены специальные опыты на однородных пастах при различной влажности. Опыты показали закономерное уменьшение прочности при увеличении влажности; уменьшение прочности происходит за счет снижения C и, главным образом, снижения φ .

При влажности около 30% огибающая кругов Мора параллельна оси давлений.

7. Данные о сжимаемости элювия в отечественной литературе отсутствуют. Проведенные испытания показали, что сжимаемость днепровских первичных каолинов, в зависимости от соотношения в них глинистого и псевдопесчанистого материала, колеблется в весьма значительных пределах. В интервале давлений от $\sigma = 0$ до $\sigma = 8$ кг/см² коэффициент сжимаемости изменяется от $a = 0,009$ см²/кг для типичной псевдопесчанистой разности, до $a = 0,050$ см²/кг для

типичной глинистой (\sim в 5 раз), что говорит о значительно большей жесткости псевдопесчанистого материала.

Среднее значение „а“ в указанном интервале давлений, определенное по сводному графику компрессии, составляет около 0,03 см²/кг.

При таком значении коэффициента сжимаемости могут уже возникать значительные осадки сооружений; особенно это опасно для крупных мостов, передающих на основание опоры большие нагрузки.

С этой точки зрения представляют интерес осадки мостов, в основании ряда опор которых залегают первичные каолины, в то время как смежные опоры стоят на практически несжимаемых скальных породах. Все опоры установлены на кессонных фундаментах.

Для иллюстрации, по данным компрессионных испытаний, проведен расчет осадки опоры № 7 моста через реку Д. (расчетное давление 7,11 кг/см², площадь основания опоры 63 м²) и опоры № 2 моста через реку С. (расчетное давление 3,75 кг/см², площадь основания опоры 164 м²). Опоры эти стоят на первичных каолинах.

При расчете по методу активного слоя (метод элементарного суммирования; вертикальные деформации вычислены по условию невозможности бокового расширения) получены осадки около 40—50 см. Такие осадки порядка десятков сантиметров не могли бы остаться незамеченными; однако в материалах по обследованию этих мостов данные о нарушениях, связанных с осадками, полностью отсутствуют.

Из этого, так же как из наблюдений за другими сооружениями, следует, что осадки их при опирании на первичные каолины не достигают тех значений, которые получаются на основании компрессионных испытаний. Полученные расхождения можно объяснить только особенностями строения первичных каолинов, их специфической макроструктурой.

8. В естественных условиях, в массиве грунта, более жесткие псевдопесчанистые участки, соприкасаясь между собой, создают своеобразный макрокаркас. Промежутки в этом сравнительно жестком каркасе заполнены более деформируемым глинистым материалом.

Нарушение сплошности макрокаркаса при отборе образцов сразу изменяет условия работы грунта под нагрузкой и соответственно изменяется характер возникающих при этом деформаций.

Действительно, значение модуля сжимаемости первичных каолинов, рассчитанное по данным компрессии, равно 22 кг/см^2 . По данным полевых испытаний штампом проводившихся «Днепрогипротрансом» в кессонной камере опоры № 2 моста через реку С., величина модуля сжимаемости первичных каолинов, вычисленная по формуле Шлейхера, оказалась равной 138 кг/см^2 , т. е. примерно в шесть раз больше.

Благодаря наличию макрокаркаса, воспринимающего нагрузку от сооружений, прочность и сжимаемость толщи первичных каолинов определяется прочностью и сжимаемостью более жесткой псевдопесчанистой разности, слагающей макрокаркас.

Исходя из этого, полученные на основании лабораторных испытаний характеристики прочности и сжимаемости псевдопесчанистой разности первичных каолинов можно использовать в качестве расчетных для всей толщи, при условии сохранения ее природной макроструктуры.

IV. ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ИХ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПО ГЛУБИНЕ

1. Изучение днепровских первичных каолинов показало отсутствие закономерного увеличения плотности с глубиной; колебания значений пористости не зависят от глубины отбора проб.

Такое несоответствие пористости глинистых пород давлению отмечалось рядом исследователей. Однако имеющиеся в литературе данные касаются лишь нормально-осадочных пород.

2. Процесс формирования недоуплотненных нормально-осадочных пород протекает в условиях нарастающего сцепления и упрочнения (нарастающих структурных связей).

Процесс формирования элювиальной толщи (процесс разложения материнских пород) протекает в условиях непрерывного ослабления структурных связей.

Так как процесс разложения развивается сверху вниз, то наиболее способными к уплотнению оказываются верхние слои элювия; но давление здесь настолько ничтожно, что порода не может значительно уплотниться. С глубиной давление возрастает, но одновременно возрастает и интенсивность структурных связей, сопротивляющихся уплотнению.

Таким образом формирование пористости элювиальной толщи следует рассматривать исходя из двух процессов: возрастания давления сверху вниз и возрастания степени разложения материнской породы снизу вверх.

В случае однородного строения элювиальной толщи соотношение между этими двумя факторами должно определить характер изменения пористости с глубиной.

Если процессы выветривания протекают интенсивно и благоприятные условия удерживаются на протяжении длительного времени, то почти во всей элювиальной толще успевают полностью сформироваться новые, малопрочные структурные связи; пористость такой толщи должна уменьшаться с глубиной.

Если процессы интенсивного выветривания, вследствие изменения условий, прекращаются раньше, чем вся толща элювия достигнет столь высокой степени разложения, интенсивность связей, а следовательно, и сопротивление породы уплотнению, возрастает с глубиной. Такая элювиальная толща может быть недоуплотненной.

3. Значительно сложнее протекают все эти процессы в случае неоднородной толщи, как днепровские первичные каолины, обладающие специфической макроструктурой. В этих условиях общая тенденция к снижению степени выветрелости породы с глубиной осложняется неоднородностью породы, в которой на протяжении всей истории ее развития одни участки (сильнее разложившиеся) ведут себя как более деформируемые, другие (слабее разложившиеся) — как более жесткие, препятствуя уплотнению породы.

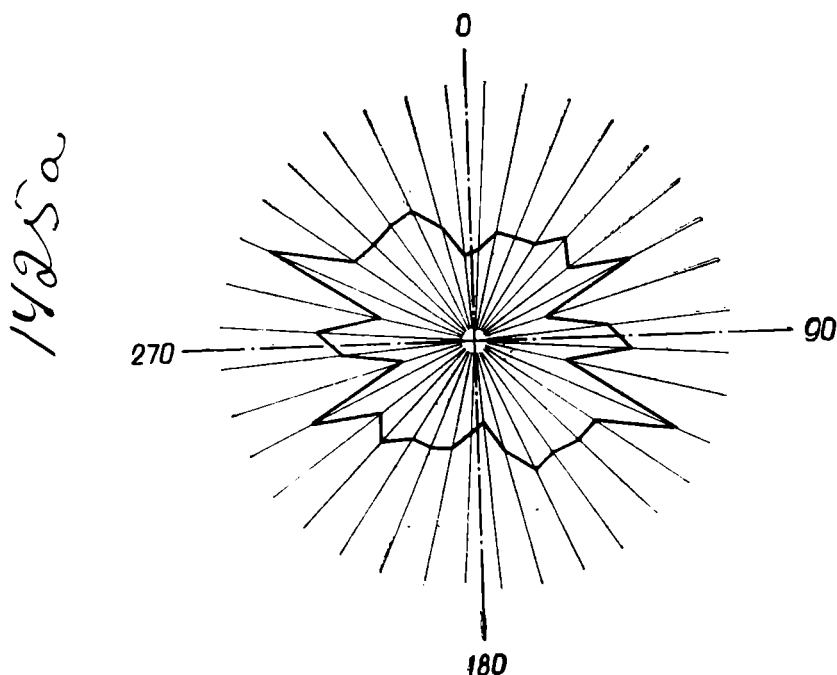
Вследствие таких своеобразных условий формирования неоднородной толщи первичных каолинов, пористость ее практически не зависит от бытового давления. влияние которого подавляется неоднородностью материала и неравномерностью процессов выветривания.

V. СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНАХ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ

1. Процесс деформации грунта под нагрузкой вызывает в нем целый ряд изменений, приводящих грунт в новое состояние. Изменения эти должны носить структурно-текстуальный характер.

Автором поставлены специальные опыты на первичных каолинах с массивной текстурой, позволившие исследовать влияние деформации на структуру глинистых грунтов.

2. Исследование структурно-текстурных изменений производилось следующим образом: из монолита первичного каолина вырезалось 4—5 образцов диаметром 30 мм и высотой 75 мм. Образцы подвергались испытанию в стабилометрах (в условиях трехосного сжатия). Меньшее главное напряжение σ_{111} принималось равным бытовому давлению. Большее главное напряжение (σ_1) доводилось до различных давлений, вплоть до разрушающего.

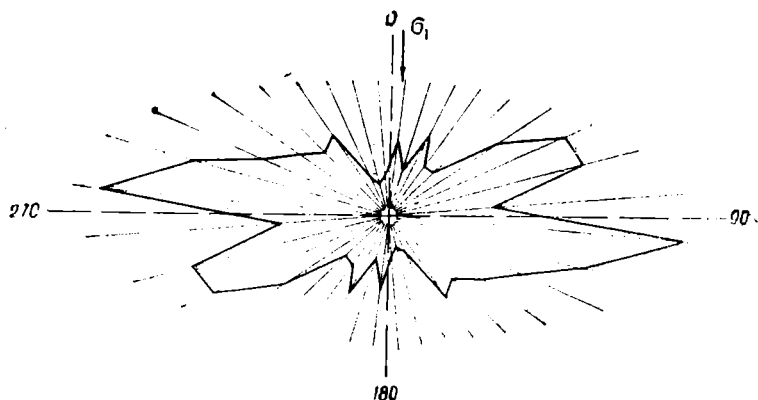


Фиг. 4. Круговая диаграмма ориентировки глинистых частиц. Образец, не подвергавшийся деформации.

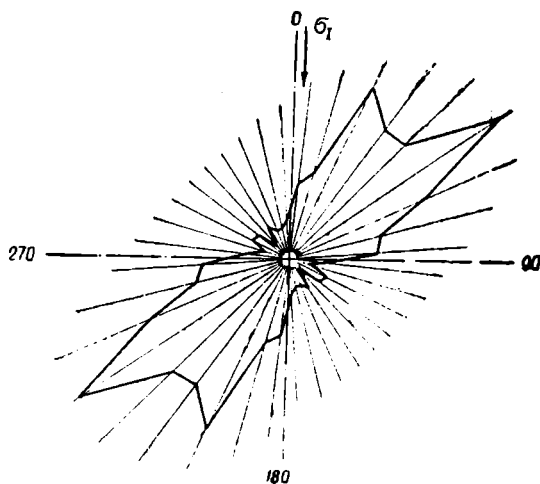
Из деформированных образцов изготавливались большие (2,5х5 см) петрографические шлифы. Для сравнения, одновременно изготавливались шлифы из ненарушенных образцов.

Изучение структурно-текстурных изменений производилось на поляризационном микроскопе. Для получения количест-

венной характеристики степени текстурирования определялась ориентировка чешуек глинистых минералов относительно направления σ_1 . Результаты измерений представлены в виде круговых диаграмм (фиг. 4, 5, 6).



Фиг. 5. Круговая диаграмма ориентировки глинистых частиц. Вторая стадия деформации.



Фиг. 6. Круговая диаграмма ориентировки глинистых частиц. Третья стадия деформации.

3. Исследования показали, что деформация глинистых пород под воздействием одноосного или трехосного сжатия вызывает в них ориентированное расположение глинистых частиц.

В первой (линейной) стадии деформации изменение ориентировки глинистых частиц не происходит.

Первым эффектом деформации, появляющимся во второй стадии, является возникновение горизонтальной ориентировки глинистых чешуек, перпендикулярной к направлению большего главного напряжения σ_1 . При дальнейшем возрастании напряжения возникает еще второе направление ориентировки глинистых частиц, под острым углом к σ_1 , имеющее в этой стадии еще подчиненное значение (фиг. 5).

Третья стадия деформации характеризуется появлением зоны сдвига, в которой интенсивно развивается второе направление ориентировки глинистых частиц, подавляющее горизонтальную ориентировку и создающее полосчатую текстуру с осью, проходящей под углом около 45° к направлению большего главного напряжения (фиг. 6).

Для иллюстрации на фиг. 7, 8 приведены микрофотографии шлифов первичного каолина с ненарушенной структурой и после деформации.

4. Участки крупночешуйчатого каолинита слабее подвергаются нарушению и оказывают большее сопротивление сдвигу.

Процесс сдвига вызывает не только нарушение связей между глинистыми частицами, но может даже привести к дроблению крупных чешуек каолинита (во 2-й стадии по спайности, в 3-й — по любому направлению).

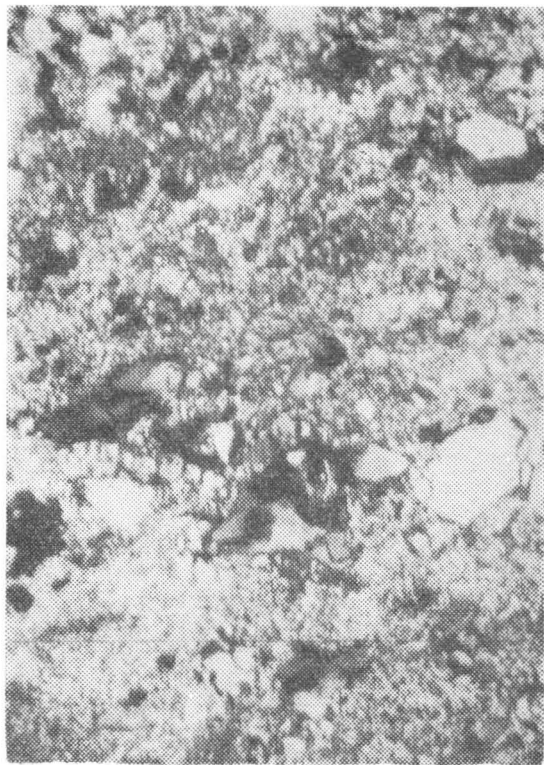
5. Роль кварцевых зерен в процессе деформации глинистого грунта весьма значительна.

Во-первых, под действием сжимающих усилий между жесткими зернами кварца создаются уплотненные прослойки, увеличивающие прочность породы.

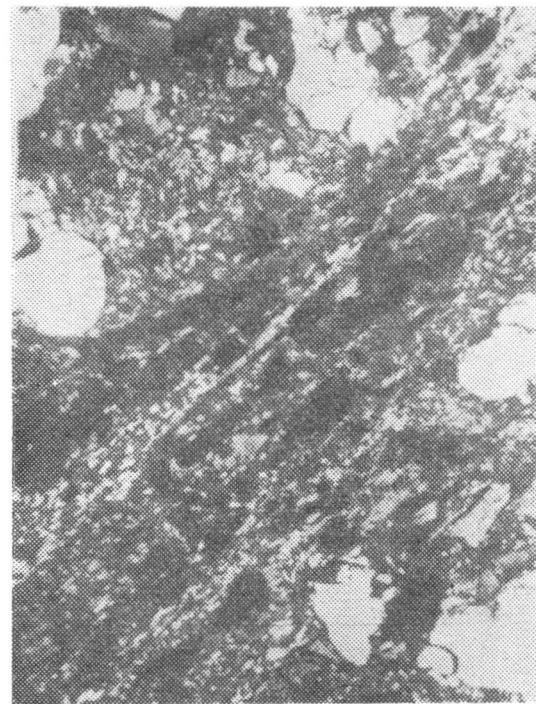
Во-вторых, уже в третью стадию деформации кварцевые зерна в зоне сдвига оказывают тормозящее действие на движущийся глинистый материал, прерывая однородность возникающей текстуры, осложняя процесс сдвига и повышая прочность породы.

6. Из изложенного видно, что процесс разрушения первичного каолина протекает весьма своеобразно.

Появление начальных микросдвигов сопровождается изменением положения чешуек, вследствие чего сопротивление сдвигу в этом направлении начинает уменьшаться и дальнейший процесс разрушения облегчается, так как порода с ориентированной микротекстурой уже качественно отлична



Фиг. 7. Образец, не подвергавшийся деформации. Анализатор включен. Увеличение 21х



Фиг. 8. Третья стадия деформации. Ориентировка глинистых частиц в зоне сдвига. Анализатор включен. Увеличение 42х

от ненарушенной породы. Развитие этого процесса приводит к возникновению незатухающих во времени деформаций при постоянной нагрузке.

Следует полагать, что явление ползучести в глинистых грунтах связано с процессом ориентировки глинистых чешуек, вызывающим ослабление межчастичных связей и способствующим возникновению незатухающих во времени деформаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Элювиальные глинистые грунты принято считать недостаточно надежным основанием для сколько-нибудь ответственных сооружений. Обычно при лабораторных исследованиях получают низкую прочность и высокую сжимаемость этих грунтов. В то же время существует ряд сооружений, возведенных на элювиальных грунтах и не давших заметных осадок.

2. Проведенные исследования на примере днепровских первичных каолинов показали, что такое противоречивое поведение элювия в лабораторных условиях и в естественном залегании объясняется особенностями строения породы, формирующейся в специфических условиях.

3. При формировании элювия происходит превращение материнской породы с типичной кристаллизационной структурой и жесткими межчастичными связями первичной валентности, в глинистую породу со слабыми межчастичными связями вторичной валентности.

Благодаря воздействию тектонических процессов, вызывающих дробление материнской породы, выветривание ее протекает неравномерно, в результате чего формируется весьма неоднородная элювиальная порода со специфической макроструктурой. В ней четко выделяются участки (полосы, пятна) более жесткие (псевдопесчанистые), в которых глинистые чешуйки не ориентированы, и более пластичные (глинистые) с ориентированным расположением чешуек.

4. Проведенные лабораторные опыты показали, что в образцах первичного каолина в процессе деформации под воздействием сдвигающих напряжений возникает ориентированное расположение глинистых чешуек. Этот процесс вызывает ослабление межчастичных связей и способствует появлению незатухающих во времени деформаций ползучести.

Отмеченное выше в п. 3 ориентированное расположение чешуек в глинистых прослоях первичных каолинов, очевидно,

связано с воздействием одностороннего давления при тектонических подвижках.

5. Состав, структура и текстура глинистой и псевдопесчанистой разностей определяют их различные физико-механические свойства. Исследования показали, что прочность псевдопесчанистых прослоев значительно больше, а сжимаемость меньше, чем глинистых.

6. Более жесткие псевдопесчанистые участки, соприкасаясь между собой, создают своеобразный макрокаркас, препятствующий уплотнению породы под нагрузкой. Промежутки в этом каркасе заполнены более деформируемым глинистым материалом.

В лабораторных условиях, вследствие нарушения природного макрокаркаса, глинистые участки не замкнуты и образец под нагрузкой значительно деформируется. Поэтому прочность первичного каолина в лабораторных условиях значительно ниже, а сжимаемость выше, чем в естественных условиях, в массиве грунта.

Благодаря наличию макрокаркаса, воспринимающего нагрузку от сооружений, прочность и сжимаемость толщи первичных каолинов определяется прочностью и сжимаемостью более жесткой псевдопесчанистой разности, слагающей макрокаркас.

Исходя из этого, полученные на основании лабораторных испытаний характеристики прочности и сжимаемости псевдопесчанистой разности первичных каолинов можно использовать в качестве расчетных для всей толщи, при условии сохранения ее природной макроструктуры.

Следовательно, залегание первичных каолинов в основании сооружений, когда эти грунты расположены ниже отметки дна котлована и сохраняется их природная макроструктура, не представляется столь опасным, чтобы возник вопрос об удалении слоя элювия, либо о применении мероприятий по его искусственному закреплению.

Если же первичные каолины залегают в откосах, то при нарушении сплошности макрокаркаса давление воспринимается глинистым заполнителем, не ограниченным в поперечном направлении, и устойчивость земляной массы на склоне будет определяться сопротивлением сдвигу легко деформируемой глинистой разности, для которой угол внутреннего трения при испытании по закрытой системе близок к нулю.

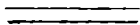
7. При проектировании ответственных сооружений, особенно в случае статически-неопределимых конструкций, результаты лабораторных исследований первичных каолинов следует дополнить полевыми испытаниями.

Полевые испытания должны проектироваться таким образом, чтобы своеобразная роль псевдопесчанистого макрорамка проявилась в полной мере. Соответственно для оценки сжимаемости и прочности первичных каолинов следует прибегать к испытанию штампами достаточно больших размеров.

8. В настоящей работе на основе проведенного автором комплексного физико-механического и минералого-петрографического исследования одной из наиболее распространенных разновидностей элювиальных грунтов—первичных каолинов, вскрыты неизвестные ранее особенности их строения. Эти особенности играют первостепенную роль в строительных свойствах исследованных грунтов.

Важным следствием является тот факт, что лабораторные исследования подобных грунтов не могут непосредственно дать расчетные показатели для определения осадок сооружений и несущей способности оснований.

Исследования автора лишний раз подтверждают тот, хотя и известный, но обычно недооцениваемый строителями факт, что при изучении физико-механических свойств грунтов с естественной структурой и оценке на этой основе их строительных свойств, необходимо принимать во внимание геологические условия образования этих грунтов. Применение минералого-петрографических методов исследований может оказать в подобных случаях неоценимую помощь и является необходимым дополнением к обычному комплексу механических испытаний грунтов.



Список опубликованных работ автора по теме диссертации

1. Туровская А. Я. Об инженерно-геологических свойствах первичных каолинов. Труды совещания по инж. геологич. свойствам пород и методам их изучения, т. I. Изд. АН СССР, 1956.

2. Туровская А. Я. О влиянии деформаций на структуру глинистых грунтов. Научное сообщение ДИИТа № 4, Днепропетровск, 1957.

3. Туровская А. Я. Исследование прочности первичных каолинов. Научное сообщение ДИИТа № 4 (13), Днепропетровск, 1959.

1495a