

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 28. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (2)

В. А. Ширямов. К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ БЕРЕГОВЫХ СКЛОНОВ ВО-
ДОХРАНИЛИЩ. — В. А. Приклонский. НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ПОКРОВНЫХ СУТЛИНКОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ
г. МОСКВЫ. — В. М. Файнциммер и А. А. Михайлова. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДИАФАНОМЕТРА КЕНИГА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СУСПЕНЗИЙ. — В. М. Файн-
циммер. ВЫДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ЧАСТИ ГРУНТОВ ИЗ СУСПЕНЗИЙ
С ПОМОЩЬЮ СУПЕРЦЕНТРИФУГИ ШАРИЛЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

В. А. ШИРЯМОВ**К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ БЕРЕГОВЫХ СКЛОНОВ
ВОДОХРАНИЛИЩ**

(по материалам обследования водохранилищ канала Волга — Москва)

За последнее время создание крупных гидротехнических сооружений (Днепрогэс, канал Волга — Москва и др.) повело к образованию ряда обширных водохранилищ.

В дальнейшем при осуществлении крупнейших проектов регулирования Волги, Камы, Оки, Днепра и других рек будут созданы новые обширные водохранилища.

В комплексе научно-исследовательских вопросов, возникающих при проектировании и осуществлении крупных водохранилищ, до последнего времени отсутствовали вопросы, связанные с изучением влияния водохранилища на физико-геологические процессы. Между тем изучение этих вопросов имеет крупное народнохозяйственное значение.

Затопление огромных пространств, рельеф которых создавался в иных геологических условиях, изменение режима создаваемых водохранилищ по сравнению с режимом рек ведет к качественно иному воздействию воды на прибрежную полосу водохранилищ.

Направление физико-геологических процессов меняется, они становятся более интенсивными, особенно первое время, пока не будет восстановлено нарушенное равновесие.

Изменение напоров и режима отдельных водоносных горизонтов в берегах, увлажнение грунтов, бывших ранее безводными, меняют существовавшие ранее гидрогеологические условия.

Усиление динамического воздействия воды на берега вызывает переработку последних.

Процесс создания новых береговых склонов идет различно, в зависимости от рельефа береговой полосы и режима водохранилища. При наличии пологих берегов может создаться обширная полоса болот, более крутые берега срезаются. Таким образом уничтожается большое количество полезной площади. Наблюдается тесная связь между подпором и развитием оползневых процессов.

Комплекс явлений, возникающих в связи с подпором уровней рек, освещен в статье проф. Саваренского «К вопросу о переработке береговых склонов реки при ее подпоре», помещенной в сборнике ВИМС № 1 «Гидрогеология и инженерная геология», 1935 г.

Кроме того, по вопросам затопления можно указать книгу экономистов Вольфа и Клупт, в которой вопросы затопления и подтопления рассматриваются лишь с планово-экономической точки зрения.

Несмотря на большой теоретический и практический интерес данной проблемы, до сего времени этот круг вопросов не подвергается достаточной разработке.

Геологи, тщательно изучающие комплекс физико-геологических явлений для какого-либо гидротехнического проекта до его осуществления и образования водохранилищ, не занимаются наблюдениями за геологическими явлениями на уже созданных водохранилищах.

В результате такого положения дела до сего времени не имеется достаточно ясного представления о формах переработки берегов, интенсивности этого процесса, о факторах, определяющих характер образующихся подмывов и разрушений берегов, и факторах создания новых форм берегов.

Поэтому в настоящее время мы не в состоянии учесть роли тех или иных физико-геологических явлений в процессе переработки берегов не только количественно, но даже иногда и качественно.

В 1937 г. Отделом инженерной геологии и гидрогеологии ГИН АН была организована первая короткая рекогносцировка по водохранилищам канала Москва — Волга с целью начального описания и учета развивающихся процессов по переработке берегов.

Большинство посещенных водохранилищ очень молодо — водохранилища канала были созданы всего за 4 месяца до их обследования. Несмотря на это, нами было зарегистрировано несколько десятков значительных подмывов, получивших наибольшее развитие на Волжском и Клязьминском водохранилищах канала; более значительная переработка берегов наблюдается также на Истринском водохранилище, существующем уже 3 года.

Подмыв и разрушение берегов водохранилища ограничивается пока, главным образом, четвертичными отложениями и, в частности, делювиальными и аллювиальными суглинками. Коренные породы не участвуют в этих явлениях.

В пределах Волжского водохранилища коренные породы карбона и юры почти всюду залегают ниже уровня воды. Подмывы, сравнительно хорошо развившиеся, несмотря на молодость водохранилища, в основном приурочены к толщам аллювиальных суглинков и очень редко затрагивают ледниковые отложения.

На размытой поверхности юрских глин в районе волжского водохранилища залегают подморенные пески с редким гравием и галькой. Пески перекрыты нижней мореной, представленной черными суглинками с валунами известняка. Отметка подошвы морены колеблется в пределах 83—122 м. Отметка горизонта воды в водохранилище 124 м.

На черных суглинках морены иногда залегают межморенные пески, но чаще пески отсутствуют, и на нижней морене лежат красно-бурые суглинки верхней морены, поднимаясь до отметок 135—140 м. Верхние моренные суглинки под действием процессов выветривания превращены в менее плотные незрелые суглинки с сильно выветрелыми разрушающимися валунами.

В толще ледниковых отложений нами прослежено 2 подмыва: в районе дер. Городище (устье р. Созь) и в районе г. Кошаково.

Древнеаллювиальные пески и галечники, особенно широко развитые в районе р. Шоши, достигают 15 м мощности и выполняют древние долины Волги и впадающих в нее рек.

К толще древнеаллювиальных галечников приурочен один из наиболее крупных подмывов — в районе с. Городище.

В пределах поймы древнеаллювиальные отложения перекрыты современным аллювием, чаще всего представленным супесями и суглинками, реже — песками. На участке от устья р. Шоши до г. Калинина все подмывы, встреченные нами, были приурочены к этой аллювиальной толще.

В дальнейшем следует ожидать, что подмывы, срезав покровную толщу, шире распространятся в ледниковых отложениях, причем, возможно, в районе г. Калинина захватят и коренные юрские породы.

Оба берега Химкинского водохранилища, имеющего отметку уровня 162 м, покрыты чехлом делювиальных песчаных суглинков, мощностью до 2 м. Под суглинками залегает толща древнеаллювиальных песков, мощностью до 8 м. Пески мелко- и среднезернистые, слоистые в нижней ча-

сти, на границе с мореной содержат гравий и щебень. По левому берегу водохранилища между мостами Октябрьской ж. д. и Ленинградским шоссе эти пески интенсивно подмываются. Серия подмывов, высотой 2—3 м, тянется на 1—1.5 км (фиг. 1).

Ледниковые отложения в районе Химкинского водохранилища почти незатронуты подмывом, так как к долине реки Химки отметки кровли их снижаются до 159—160 м. При дальнейшем росте подмывов в глубь берега возможно частичное срезание верхов суглинков 2-й морены.

В районе Клязьминского и Учинского водохранилищ, имеющих отметку уровня 162 м, также широко развит чехол покровных песчаных суглинков, достигающий мощности 2—6 м. Под суглинками на левобережье Клязьмы и по р. Уче широко распространены древнеаллювиальные пески, супеси с валунами в основании, мощностью 4—6 м. Кровля ледниковых отложений в прибрежной полосе находится ниже уровня воды в водохранилищах, поэтому большинство отмеченных подмывов приурочено к толще делювиальных суглинков (сс. Троицкое, Александрово) и реже к толщам древнеаллювиальных песков.

В дальнейшем, по сработке делювиального чехла, возможно распространение отдельных подмывов и на верхние горизонты ледниковых отложений.

В районе Истринского водохранилища выходов коренных пород карбона, юры и мела в прибрежной зоне нет. Наибольшее развитие здесь получают ледниковые, аллювиальные и делювиальные отложения.

В основании комплекса четвертичных отложений лежит толща предледниковых песков, мощностью от 7 до 60 м; наибольшей мощности эти отложения достигают в долинах рек. На песках залегают песчаные суглинки нижней морены, между нижней и верхней мореной лежит толща флювио-гляциальных песков, мощностью 10—15 м.

Верхняя морена, мощностью 2—6 м, обычно представлена красно-бурым песчаным суглинком.

В толще широко распространенных покровных суглинков можно выделить три типа:

- а) красно-бурые тонкопесчаные суглинки, мощностью 2—3 м;
- б) красновато- и коричневатобурые супеси 1—1.5 м;
- в) серые, темносерые, голубые и зеленоватые суглинки (озерно-ледниковая покровная толща).

На террасах рр. Нудоли и Истры развиты древнеаллювиальные отложения, представленные крупнозернистыми песками с галькой, безвалунными суглинками, зеленоватосерыми глинами.

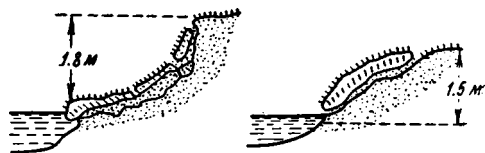
Почти все подмывы, прослеженные нами, приурочены к древнеаллювиальным отложениям. Реже в основании подмывов встречаются красно-бурые суглинки верхней морены (сс. Васильки, Лечишево). В дальнейшем возможно усиление размыва ледниковых отложений, но на области развития коренных пород подмывы вряд ли распространятся.

Просмотренные подмывы для облегчения исследования подразделены нами в рабочем порядке пока на следующие группы по составу подмываемых пород и конфигурации береговых склонов.

I. Подмывы дернового покрова:

- а) образование промоин покрова, направленных к бровке берега, б) образование разрывов дернового покрова, параллельных бровке берега, в) разрыв отдельных глыб дернового покрова.

II. Подмывы грунтов:



Фиг. 1. Подмывы дернового покрова на Волжском водохранилище

А. Подмывы берегов, сложенных однородным грунтом: 1) песчаных (с образованием: а) отмели, б) осыпи, в) отвесных песчаных подмывов); 2) суглинистых; 3) глинистых.

Б. Подмывы берегов, сложенных комплексом двух пород.

В. Подмывы берегов, сложенных многослойным комплексом.

Описание каждой выделенной группы является характерным лишь для начального периода существования водохранилищ: процессы, которые будут развиты в дальнейшем, конечно, сильно изменят характер каждой из них.

Подмыв дернового покрова наиболее распространен в недавно созданных водохранилищах, являясь начальной стадией дальнейших процессов переработки берегов.

В процессе разрушения дернового покрова довольно четко можно выделить следующие стадии:

а) Начало размыва обычно сопровождается образованием промоин шириной 0.1—0.2 м и протяжением 2—3 м, направленных к бровке берега.

Особенно четко эта стадия размыва выражена в подмывах берегов Волжского водохранилища при устье р. Сози.

б) По образованию продольных промоин начинается размыв дернового покрова с образованием разрывов, направленных параллельно бровке.

в) Ослабленный наличием сети промоин, дерновый покров разбивается на отдельные глыбы, которые уничтожаются дальнейшим размывом, и начинается размыв слагающих берег пород.



Фиг. 2. Создание песчаной отмели при пологих берегах (Волжское хранилище)

Среди чаще всего встречающихся подмывов однородного грунта можно выделить подмывы песчаных, суглинистых и глинистых берегов, различающихся по своим морфологическим признакам.

Подмывы песчаных берегов преимущественно встречены на Химкинском, Истринском и частично Клязьминском водохранилищах.

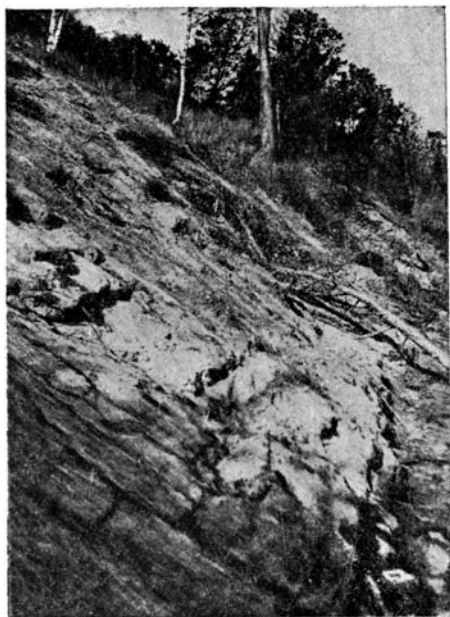
Наиболее развитым видом переработки песчаного берега является отмель (фиг. 2), развивающаяся независимо от формы берега сплошной полосой в местах подмыва песчаных пород.

В тех случаях, когда берега до размыва имеют углы наклона более 10—15°, наряду с отмелью над ней развивается осыпь.

Образование осыпи происходит в иных динамических условиях, нежели образование отмели. Отмель формируется под действием периодически набегающих на нее волн, песчаные породы в этих условиях залегают под углом 10—12°, т. е. меньше, чем угол подводного откоса. Создание осыпи вызывается срезанием оснований береговых склонов, причем вышележащие породы, стремясь восстановить утраченное равновесие, осыпаются, принимая угол естественного надводного откоса.

В природных условиях обычно углы наклона осыпи значительно выше угла естественного откоса породы. Например, осыпи Истринского водохранилища имеют углы наклона 50—60°, так как кустарник, обвалившиеся глыбы дерна и упавшие деревья несколько укрепляют берег (фиг. 3).

Наиболее широко осыпи распространены на берегах Истринского водохранилища, в толщах флювио-гляциальных песков, где, протягиваясь на 1—1.5 км, они достигают в высоту 8—10 м.



Фиг. 3. Одна из наиболее крупных осей в берегах Истринского водохранилища. Высота осыпи 8 м, угол откоса 60°



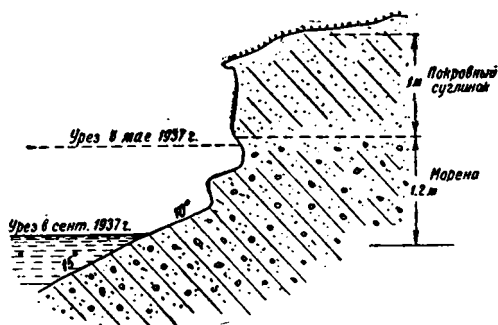
Фиг. 4. Подмыв слоистого древнеаллювиального песка на Химкинском водохранилище. Ожелезнение по слоистости укрепляет песок и позволяет ему создавать при подмыве отвесные стенки



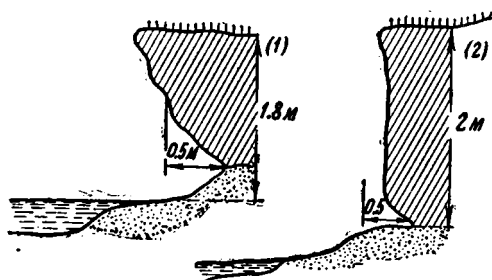
Фиг. 5. Создание отвесного суглинистого обрыва высотой 3 м над отмелью (Волжское водохранилище, д. Городище)

Гораздо реже встречается третья группа песчаных подмывов, при которых над отмелью песок образует отвесные стенки. Такие подмывы встречаются среди древнеаллювиальных песков на берегах Химкинского и Клязьминского водохранилищ. Высота отвесных стенок достигает 1.5—2 м (фиг. 4).

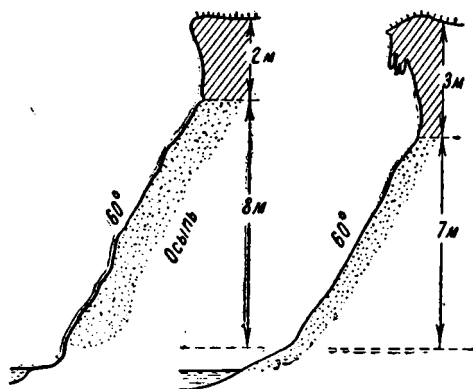
Эта несвойственная песку форма подмыва объясняется тем, что по слоистости вся толща песка пропитана железистыми растворами, цементирующими песок и позволяющими ему создавать отвесные откосы. Выветренная поверхность таких подмывов имеет характерную зубчатую форму.



Фиг. 6. Подмывы глинистых берегов на Волжском водохранилище, имеющие характерную «стулообразную» форму



Фиг. 7. Двуслойные подмывы песка и суглинка с контактом у уреза на р. Уче (1) и Истре (2)



Фиг. 8. Двуслойные подмывы песка и суглинка с контактом выше уреза (Истринское водохранилище)

Подмывы суглинистых берегов чрезвычайно распространены по всем водохранилищам в склонах, сложенных древнеаллювиальными суглинками. Форма однообразна: обычно они образуют отвесные бугристые стенки с барьером из обвалившихся глыб у основания склона. Развиваются на склонах, имеющих угол наклона свыше 15° . В высоту достигают также 4—5 м, но чаще не превышают 1.5—2 м (рис. 5).

При подмывах глинистых берегов над отмелью также создается отвесный обрыв, но для начальной стадии таких подмывов характерна «стулообразная» форма с образованием углубления у уреза и 0.5 м ступенью ниже его (фиг. 6). Создание таких уступов объясняется повышенной, сравнительно с суглинками, связностью глинистых пород и распределением давления разбивающихся волп. В дальнейшем, при колебаниях уровня воды в водохранилище и при наличии урезом ниже проектных, выступ у основания срезается и создается обычный отвесный обрыв.

Подмывы берегов, сложенных серией двух и более слоев, также могут быть подразделены на несколько видов, в зависимости от характера пород, слагающих подмываемые склоны. В тех случаях, когда подмываются берега, сложенные галечником с песком, сцементированным железистыми растворами, над отмелью обычно создается отвесная стенка высотой 0.5—2 м, в тех случаях, когда такая цементация отсутствует, создается осыпь с углом наклона до 60° . Подмывы такого типа наиболее развиты в древнеаллювиальных галечниках по Истринскому и Волжскому водохранилищам.

В берегах, сложенных песком и суглинком, формирование подмыва зависит от положения контакта между песком и суглинком.

В тех случаях, когда контакт находится у уреза, песок вымывается на 0.75—0.5 м, и покровный суглинок выдается вперед, создавая своеобразные карнизы. Высота подмывов этого типа колеблется от 1.5 до 3 м (фиг. 7).

Если же контакт песка и суглинка находится выше уреза, то при подмывах берегов создаются полуосыпи, изображенные на рис. 8. В них соединяются формы суглинистого и песчаного подмывов. Суглинок образует отвесную стенку, а в залегающем под ним песке создаются обычные осыпи, подобные уже описанным нами выше. Такие подмывы в толщах флювиогляциальных песков на Истринском водохранилище достигают в высоту 8—10 м.

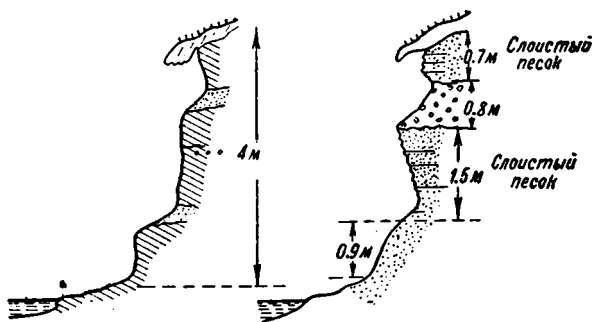
При переслаивании суглинка, галечника и песка в подмываемых берегах создаются ступенчатые осыпи (фиг. 9), особенно характерные для ледниковых толщ, развитых в районе Истринского водохранилища.

Описанные группы целиком обнимают весь комплекс подмывов, встреченных на водохранилищах.

Заканчивая на этом краткую характеристику просмотренных подмывов, перейдем к перечню факторов, влияющих на их образование.

Все подмывы созданы разрушительной работой волн, наиболее интенсивные из них приурочены к подветренным склонам с широкой водной полосой перед ними.

Направление ветра определяет места наибольшего развития подмывов. По Истринскому водохранилищу, например, 75% исследованных подмывов



Фиг. 9. Подмывы берегов, сложенных комплексом нескольких пород. Образование ступенчатой осыпи (Истринское водохранилище)



Фиг. 10. Локализованные подмывы при извилистой бровке берега (Химкинское водохранилище)

приурочены к участкам берега, доступным для преобладающих здесь ветров.

Для узких, защищенных от ветра водохранилищ наибольшее значение при размыве берегов имеют волны, вызванные движением судов по каналу. По нашим наблюдениям, на Химкинском водохранилище такие волны имели большую высоту и обладали, следовательно, большей размывающей силой, чем волны, вызываемые ветрами.

Характер переработки берегов во многом зависит от их рельефа: изрезанности береговой по-

лосы, формы и угла наклонов береговых склонов.

В пологих берегах с углом наклона 1—4° подмывы не развиваются. Здесь создается широкая полоса болот, ооконтуривающих водохранилище.

При крутизне склонов в 5—10° создается пологая отмель бечевника, и на этом размыв заканчивается. Наиболее развиты и разнообразны подмывы крутых склонов (от 10 до 90°), где в зависимости от характера пород, слагающих склоны, над отмелью создаются различные формы подмыва, описанные выше.

При плавной береговой линии подмыв тянется непрерывно на сотни метров, при извилистой — создаются отдельные локализованные подмывы, приуроченные к выступам мысов (фиг. 10).



Фиг. 11. Подмыв песчаного берега. Густая корневая сеть укрепляет размываемый склон, создавая висащие над водой карнизы

регам и где подмывы получили наибольшее развитие, можно видеть, что склоны различной формы обладают и различной сопротивляемостью подмыву. Наиболее быстро поддаются переработке крутые, слегка выпуклые склоны. К моменту нашей поездки они всюду уже были подмыты.

Склоны вогнутые, с причлененными к подошве останцами террас, противятся подмыву более длительное время.

Состояние берега, т. е. степень задернованности и залесенности, также определяет характер подмыва. Например, на крутых задернованных берегах при подмыве создаются выдающиеся вперед карнизы. Ширина таких карнизов достигает

0.75—1 м (фиг. 11). Полностью от подмыва задернованность берег не защищает, она только замедляет развитие подмывов (фиг. 12).

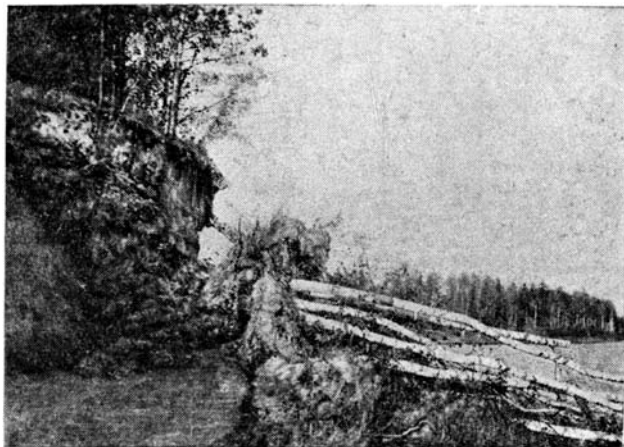
Режим водохранилищ определяет интенсивность и размеры подмывов: чем больше интервал колебаний уровня воды, тем шире полоса берега, захваченная подмывом.

Прослеживая характер подмывов на всем протяжении водохранилищ, можно выявить следующую закономерность.

В нижних частях водохранилищ, где полоса затопления обычно ограничена крутыми коренными берегами речных долин, подмывы развиваются наиболее интенсивно, и встречаются все формы переработки берегов, описанные выше. Исключением является низовье Волжского водохранилища, где долина Волги достигает значительной ширины и имеет пологие заболоченные склоны. Переработка склонов при таком рельефе ограничивается созданием отмели бечевника.

В верховьях водохранилищ, где затопляется частично только пойма речных долин, развиваются мелкие подмывы речных берегов, высотой 1—1.5 м. Характерным участком такого типа является верховье Волжского водохранилища.

На участках, где урез подходит непосредственно к крутым коренным бе-



Фиг. 12. Подмыв суглинистого берега. Обвалившиеся глыбы суглинка создают у основания склона барьер, замедляющий развитие подмыва

Рост подмыва крутых берегов после среза дернового покрова начинается с обрушения клинообразных глыб, после чего в береговом склоне создается секторообразное углубление (фиг. 13).

На фиг. 13 показаны трещины в береговом склоне, образующиеся перед обрушением клинообразных глыб. В дальнейшем радиус такого углубления увеличивается, несколько отдельных очагов подмыва сливаются в один, подмыв образует неглубокую бухту; дальнейшее развитие зависит от формы берегового склона.

При составлении гидротехнических проектов обычно принимается подлежащей переработке береговая полоса с отметкой, на 2 м превышающей наивысший уровень воды в водохранилищах (для промышленно освоенных участков эта полоса принимается равной 4 м).

Даже первичное ознакомление с развивающимися подмывами позволяет отметить недопустимость такого механического подхода к оценке размеров полосы берегов, подвергающейся переработке.

Наши наблюдения установили, что размеры этой площади находятся в тесной зависимости от режима водохранилища. Не зная режима проектируемого водохранилища, нельзя предугадать размеров площади, которая будет подвергнута переработке.

До сего времени борьбе с подмывами не придают должного значения. В частности, по водохранилищам канала мы не наблюдаем никаких мероприятий, которые принимались бы к укреплению берегов. Между тем число

подмывов быстро растет. Особенно четко этот рост можно проследить при сравнении молодых водохранилищ канала с существующим уже 3 года Истринским водохранилищем.

Если на Волжском водохранилище подмывы встречаются через 6—8 км, то на Истринском их можно встретить через 1—2 км, причем размеры их раза в четыре превышают размеры подмывов, развитых на более молодых водохранилищах канала.

Интенсивно развивающиеся процессы переработки берегов должны, наконец, привлечь внимание



Рис. 14. Подмыв угрожает домам д. Городище на Волжском водохранилище

паучных и производственных организаций, так как эти процессы ведут не только к уничтожению полезной площади (фиг. 14), но и к обмелению некоторых водохранилищ типа Истринского, обладающих высокими берегами при малом объеме.



Рис. 13. Характер деформаций берегового склона при подмыве

Для изучения факторов, влияющих на развитие подмывов, необходимо организовать стационарные наблюдения за процессами переработки берегов. В задачи таких наблюдений должно входить изучение влияния режима водохранилища на подмывы, влияние формы, состояния берега, пород, слагающих береговой склон, на характер развивающихся подмывов. Все эти вопросы должны быть освещены на основе общего изучения комплекса физико-геологических явлений, развивающихся при подпоре.

Особенно важно изучить физико-геологические процессы, которые будут развиты на Волжском водохранилище, создаваемом плотиной у г. Куйбышева, так как подпор от этой плотины распространится на районы, известные своими классическими оползнями.

Изучение влияния подпора на развитие оползневых процессов является актуальнейшей задачей, имеющей крупное народнохозяйственное значение.

В. А. ПРИКЛОНСКИЙ**НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ
ПОКРОВНЫХ СУГЛИНКОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. МОСКВЫ****ВВЕДЕНИЕ**

В пределах русской равнины непосредственно под почвенным покровом часто залегают своеобразные глинисто-суглинистые образования, известные в геологической литературе под названием покровных суглинков. Большим распространением покровные суглинки пользуются и в Московской области, в частности в окрестностях г. Москвы. Залегая близко от дневной поверхности, покровные суглинки во многих местах служат несущим слоем для полотна автогужевых и железных дорог и основанием для фундаментов зданий обычного типа. Поэтому достаточно детальное знание физико-механических свойств отдельных генетических типов покровных суглинков представляет непосредственный практический интерес. Особенно важно это знание для окрестностей Москвы, где в районах развития покровных суглинков проектируются и осуществляются крупные и ответственные сооружения.

Несмотря на большой практический интерес, который представляют покровные суглинки с инженерно-строительной точки зрения, до сих пор наши сведения не только о физико-механических свойствах этих суглинков, но и об их генезисе и времени образования очень бедны и в практическом отношении далеко не достаточны. Само наименование этих образований, принятое в геологической литературе, отображает лишь условия их залегания, а не генезис и время образования. В настоящее время предложены различные гипотезы происхождения покровных суглинков, но ни одна из них не является общепризнанной, и вопрос об их генезисе остается еще достаточно неясным и спорным.

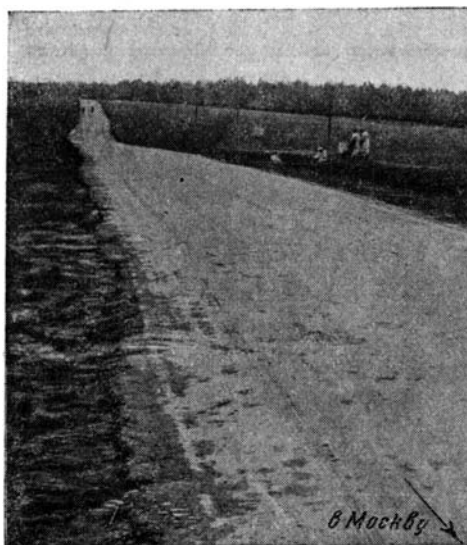
Учитывая большое практическое значение изучения свойств покровных суглинков, сектор инженерной геологии в 1937 г. провел небольшие предварительные исследования нескольких образцов из окрестностей Москвы.

Образцы были взяты на трех участках — по Волоколамскому шоссе на 35-м км от Москвы, Каширскому шоссе на 58-м км и с Ленинских гор в южной части Москвы. Первые два участка представляли интерес с точки зрения развития здесь пучинистых явлений на полотне шоссеиной дороги. Ленинские горы входят в пределы юго-западного сектора Москвы, где сектор инженерной геологии занимается изучением суглинков с 1938 г.

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКОВ

Волоколамское шоссе на 35-м км от Москвы проходит по водоразделу между рр. Истрой и Сходней и сейчас же к западу от с. Нахабино (фиг. 1 и 2). Общий уклон местности направлен на юг, к глубокой долине р. Нахабинки, являющейся левым притоком р. Истры. Рельеф характеризуется рядом параллельно расположенных пологих увалов, разделенных междуувальными

понижениями. Разница высот между увалами и депрессиями достигает 15—20 м. В сторону р. Нахабинки понижения, пересекаемые шоссе, часто переходят в неглубокие овражки, иногда с постоянным водотоком. Абсолютные отметки местности колеблются в пределах от 177.0 до 190.0 м. В геологическом отношении для района характерно сплошное развитие моренных отложений, залегающих на небольшой глубине порядка 2—3 м. Моренные отложения представлены красно-бурыми суглинками, неоднородными, с линзами разнородного песка и крупной щебенкой, галькой и валунами кристаллических пород и, реже, известняка.

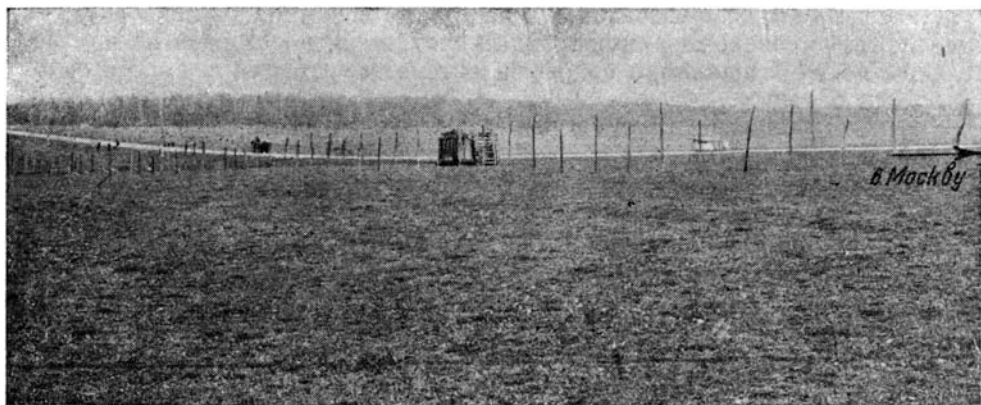


Фиг. 1. 35-й км Волоколамского шоссе

В пределах всего участка моренные отложения перекрываются сплошным чехлом покровных суглинков, спускающимся по пологим склонам увалов. Суглинки коричнево-бурой окраски, пылеватые, местами содержат известковую и кремневую щебенку. Количество грубообломочного материала увеличивается сверху вниз к кровле морены. Мощность покровных суглинков колеблется в пределах от 1.5 и до 5 м с увеличением вниз по склонам увалов. В верхних частях

суглинки оподзолены и переходят в почвенный покров подзолистого типа. Обычно суглинки обладают хорошо выраженной призматической и комковатой структурой, сильно затрудняющей отбор монолитов.

Междуувальные понижения характеризуются наличием слоистого комплекса пород, представленного глинисто-песчаными разностями, переслаивающимися с крупнозернистым песком, гравием и галькой. В образовании этих отложений большую роль играли аллювиальные процессы.



Фиг. 2. Общий вид участка 35-й км шоссе Москва—Волоколамск

Грунтовые воды залегают на большой глубине, превышающей, повидимому, 10 м.

Для отбора образцов было заложено четыре пурфа по восточному пологому склону одного из увалов вдоль шоссе с северной его стороны (фиг. 8,

9, 10, 11). Шурфы №№ 6, 7 и 8 заложены в пределах распространения покровных суглинков. Шурф № 6 заложен на пологой вершине увала, шурф № 7 — в 80 м от шурфа № 6, вниз по склону, шурф № 8 — в 90 м от шурфа № 7, в нижней части склона увала. Шурф № 9 заложен в плоском междуувальном понижении в 100 м от шурфа № 8 и вскрыл слоистую суглинисто-песчаную серию пород, повидимому, уже в значительной степени аллювиального происхождения. Разница в отметках мест заложения крайних шурфов (№№ 6 и 9) достигает порядка 8—7 м на протяжении около 300 м. Таким образом, уклоны поверхности увала вдоль линии заложения шурфов характеризуются величинами порядка 0.023 — 0.027.

Каширское шоссе на 58-м км проходит по слабо волнистой местности с местным пологим уклоном к западу, в сторону широкой, неглубокой лощины, занятой сырым кочковатым лугом. Пологий склон к лощине расчленен небольшими пологими депрессиями, образующими местные водораздельчики, которые пересекают шоссе, проходящее вдоль лощины, к востоку от нее. Абсолютные отметки колеблются в пределах от 195 м по восточной стороне шоссе до 186 м к западу от него, в пределах лощины.

В геологическом отношении участок характеризуется сплошным развитием моренных отложений. Однако, в отличие от описанного участка Волоколамского шоссе, кровля морены здесь очень неровная и образует местные повышения и понижения. На более высоких отметках кровля морены залегает к востоку от шоссе, в верхней части пологого склона к лощине. К западу от шоссе, в сторону лощины, кровля морены понижается, образуя местные повышения, приуроченные, обычно, к более повышенным участкам дневной поверхности. Одно из таких повышений с более высоким залеганием кровли моренных отложений констатировано против 58 км, в южной части обследованного участка. Глубина залегания морены значительно больше, чем на описанном участке Волоколамского шоссе и колеблется в пределах от 5 до 10 и более метров.

Моренные отложения представлены тяжелыми красно-бурыми суглинками, неоднородными по гранулометрическому составу, включающими щебень, гальку и валуны кремня, известняка и кристаллических пород.

Поверх моренных отложений сплошным чехлом развиты покровные образования, мощность которых, в зависимости от глубины залегания кровли морены и рельефа дневной поверхности, колеблется в пределах от 5 до 10 и более метров. Покровные образования представлены пылеватыми глинами и суглинками сизовато-серого и желтовато-серого цвета в нижней части разреза и желтовато-коричневой окраски сверху. Местами в суглинках встречается примесь торфянистого материала.

В верхней своей части покровные суглинки переходят в почвенный покров подзолистого типа на повышениях и болотного — в пониженных участках, преимущественно в пределах лощины, к западу от шоссе.

Грунтовые воды залегают сравнительно неглубоко, в пределах от 1.5 до 6—7 м от поверхности земли. Глубина залегания грунтовых вод уменьшается с востока на запад, вниз по склону к лощине. Для участка характерна очень большая амплитуда сезонного колебания уровня грунтовых вод, достигающая, повидимому, величины порядка 2 м.

Шурфы для отбора образцов (фиг. 12, 13, 14 и 15) были заложены приблизительно перпендикулярно к оси шоссе, вниз по склону. Шурф № 1 заложен к востоку от шоссе, приблизительно в 120 м от него. Шурф № 2 — к западу от шоссе, в 10 м от него на пк. 6+30 58-го км. Шурф № 3 заложен в нижней части склона к лощине, в 160 м к западу от шоссе, против пк. 8 58-го км. Шурф № 4 заложен в 120 м к югу от шурфа № 3 на местном повышении рельефа, приблизительно на 3 м выше, чем устье шурфа № 3. Разница в высотах между устьями шурфов № 1 и 3 приблизительно 4, 5 м, что при расстоянии между ними порядка 350 м дает величину уклона склона к лощине приблизительно 0.013.

Место взятия образца	Волоколамское шоссе, 35-й км, шурф № 8, глуб. 0.9 м								Каширское шурф № 2,			
Размер фракций мм	> 2	2—1.5	1.5—1.0	1.0—0.5	0.5—0.3	0.3—0.1		0.1—0.01		> 1.5	1.5—1.0	1.0—0.5
						легкая	тяжелая	легкая	тяжелая			
Содержание фракций в %	0.75	0.27	0.82	2.47	3.34	4.23		30.04		0.04	0.06	0.30
						99.34	0.66	97.0	3.0			
Кварц	р. п.	р. п.	р. п.	р. п.	р. п.	р. п.		р. п.		п.	п.	п.
Кварцит		д. ч.	д. ч.	о. з.		о. з.				о. з.	д. ч.	р.
Железисто-кварце- вый песчаник						ч.						в. ч.
Железистый песча- ник								р.				
Плотный зеленова- тый песчаник . .												
Известняк												р.
Кремнистый песча- ник												
Кислая извержен- ная порода . . .		р.										
Роговообманковая изверженная по- рода			о. з.									
Кремень												
Лимонит	р.	р.	р.	д. ч.	д. ч.	—	д. ч.	—	в. ч.	о. з.	ч.	—
Микроклин		р.	д. ч.	р.	д. ч.							
Плагноклаз			о. з.									
Мусковит								д. ч.				
Биотит						р.						
Флогопит			р.				ч.		р.			
Роговая обманка .												
Глауконит												
Хлорит												
Ильменит							р.	—	в. ч.			
Магнетит							ч.		ч.			
Лейцит							р.		ч.			
Циркон									в. ч.			
Рутил							ч.		в. ч.			
Дистен									о. з.			
Гранат				р.					р.			
Силлиманит												
Турмалин									ч.			
Хлоритоид									ч.			
Энстатит							р.					
Титанит							р.					
Топаз												

Буквы против минералов означают:

р. п.—резко преобладает; п.—преобладает; в. ч.—весьма часто; ч.—часто;

шоссе, 58-й км, глуб. 2.80 м				Ленинские горы, шурф № 5											
				глуб. 1.40 м						глуб. 2.40 м					
0.5—0.3	0.3—0.1	0.1—0.01		1.0	1.0—0.5	0.5—0.3	0.3—0.1	0.1—0.01		1.0	1.0—0.5	0.5—0.3	0.3—0.1	0.1—0.01	
		легкая	тяжелая					легкая	тяжелая					легкая	тяжелая
0.84		26.23		0.05	0.12	0.40	0.51	37.78		0.13	0.50	1.51	2.79	34.30	
		99.0	1.0					99.76	0.24					99.0	1.0
п. о. з. в. ч.	п. в. ч.	р. п. д. ч. ч.	ч.	ч.	в. ч. п.	в. ч. в. ч. о. з.	в. ч. в. ч.	р. п. ч.		п.	п. в. ч.	п. о. з. ч.	п.	п. д. ч.	
о. з.						о. з.						ч.			
р. о. з.	д. ч. ч. о. з.	ч. в. ч.	в. ч.	в. ч.	р.	ч. в. ч. р.	р. о. з. о. з.	д. ч. — ч.	о. з.	ч. ч.	ч. — ч. р.	ч. р. р.	о. з. ч. р. р.	д. ч. р. ч. о. з. о. з. о. з.	в. ч.
	р.	р.	о. ч.						р. п. о. з.						в. ч.
			в. ч. ч.						р. п. о. з.						д. ч.
									о. з.						в. ч.
									о. з.						д. ч.
									о. з.						ч.
									о. з.						в. ч.
									о. з.						в. ч.
									о. з.						д. ч.
									о. з.						р.
									о. з.						о. з.
									о. з.						о. з.
									о. з.						о. з.

д. ч.—довольно часто; р.—редко; о. з.—отдельные зерна.

№ образца	Район взятия шурфа	№ шурфа	Глубина от поверхности земли в м	Диаметры					
				> 10	10—2	2—1	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01
				с о д е р ж а					
1	Волоколамское шоссе, 35-й км	6	0.9	—	0.53	0.66	6.27	9.96	20.45
2		6	1.20	—	—	—	15.77	34.25	46.32
3		7	1.10	—	—	—	8.87	24.26	17.41
4		8	0.9	—	0.78	0.98	6.96	11.02	24.26
5		9	2.00	—	—	—	9.27	23.98	23.40
6	Каширское шоссе, 58-й км	1	1.10	—	—	—	0.59	13.92	30.29
7		1	2.10	—	—	—	3.95	7.89	44.08
8		1	3.00	—	—	—	0.60	6.71	46.22
9		1	4.00	3 гальки d от 4 до 12 мм			1.36	6.45	51.08
10		2	0.6	с л е д ы			0.27	1.68	43.06
11		2	1.7	—	—	—	0.66	1.96	12.59
12		2	2.80	—	—	—	1.83	5.90	27.47
13		3	0.7	—	—	—	0.21	1.48	44.33
14		3	1.7	—	—	—	0.06	8.88	63.44
15		4	0.65	—	—	—	1.93	4.75	33.60
16		4	1.80	с л е д ы			3.43	1.04	29.07
17	Ленинские горы (у трамвайн. кольца)	5	0.60	с л е д ы		—	0.36	9.67	39.90
18		5	1.40	—	—	—	0.76	5.12	36.92
19		5	2.40	—	—	—	3.08	12.84	15.81
20		5	3.00	0.44	1.92	2.26	15.23	33.34	18.87

Шурф № 5 заложен на Ленинских горах, у б. трамвайного кольца, приблизительно в 300 м от бровки крутого обрыва к р. Москве. Покровные суглинки достигают здесь мощности порядка 3 м и залегают на песчаных ледниковых отложениях. Грунтовые воды залегают на очень большой глубине.

Из приведенной краткой характеристики геологических условий участков взятия образцов для исследования видно, что генетически суглинки всех трех участков достаточно резко между собой отличаются.

На Волоколамском шоссе суглинки небольшой мощности тесно связаны с подстилающими их моренными отложениями и относятся к эллювиально-делювиальным образованиям. На Каширском шоссе суглинки характеризуются большой мощностью и присутствием торфянистого материала, указывающим на то, что в их образовании участвовали процессы аллювиального и озерно-болотного накопления осадков. Суглинки Ленинских гор по мощности занимают промежуточное положение. Генезис их еще недостаточно ясен.

СОСТАВ И СВОЙСТВА СКЕЛЕТА

Минералогический анализ фракций крупнее 0.01 мм произведен для четырех образцов (табл. 1).¹ По минералогическому составу исследованные образцы очень близки. В образце суглинка с Волоколамского шоссе несколько большую роль играют кварцевые зерна и присутствуют обломочки изверженных пород. Наоборот, в образцах с Каширского шоссе и

¹ Анализ выполнен Н. В. Фроловой.

Таблица 2

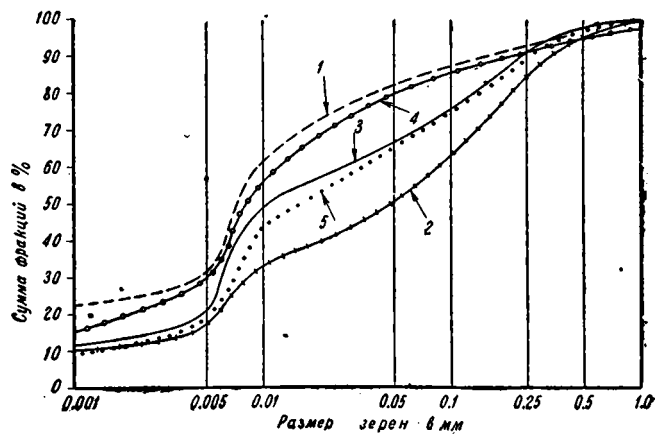
ф р а к ц и й в мм								Удельный вес	Пределы пла- стичности по Аттербергу		Число пластичности
0.01—0.005	0.005—0.001	∠ 0.001	∠ 0.01	песок 1—0.05	пыль 0.05— —0.005	глина < 0.005	нижний		верхний		
							<i>w_p</i>		<i>w_f</i>		
н и е ф р а к ц и й											
30.81	8.80	22.52	62.13	46.23	51.26	31.32	2.69	22.22	31.40	9.18	
16.07	7.65	9.94	33.66	50.02	32.39	17.59	2.65	13.55	18.78	5.23	
29.19	8.84	11.43	49.46	33.13	46.60	20.27	2.67	18.23	26.83	8.60	
25.55	14.97	15.48	56.00	17.98	49.81	30.45	2.64	21.45	31.91	10.46	
24.15	10.16	9.34	43.65	33.25	47.25	19.50	2.68	15.60	21.98	6.38	
34.23	5.36	15.61	55.20	14.51	64.52	20.97	2.66	15.59	26.13	10.54	
35.32	4.38	4.38	44.08	11.84	79.40	8.76	2.67	18.34	22.75	4.41	
38.73	3.10	4.64	46.47	7.31	84.95	7.74	2.67	18.77	25.34	6.57	
30.13	5.62	5.36	41.11	7.81	81.21	10.98	2.58	20.19	27.22	7.03	
35.02	4.93	15.04	54.99	1.95	78.08	19.97	2.67	20.19	30.51	10.32	
59.31	9.51	15.97	84.79	2.62	71.90	25.48	2.70	18.86	26.82	7.96	
43.55	8.04	13.21	64.80	7.73	74.02	21.25	2.59	22.27	34.82	12.55	
38.34	2.87	12.77	53.98	1.69	82.67	15.64	2.71	21.05	33.61	12.56	
22.25	2.82	2.55	27.62	8.94	85.69	5.37	2.69	19.61	22.35	2.74	
29.21	9.65	20.86	59.72	6.68	62.81	30.51	2.69	21.23	32.91	11.68	
36.86	12.11	17.49	66.46	4.47	65.93	29.60	2.71	24.35	41.77	17.42	
27.39	6.52	16.16	50.07	10.03	67.29	22.68	2.72	19.13	28.80	9.67	
32.50	4.68	20.02	57.20	5.88	69.42	24.70	2.74	19.73	30.58	10.85	
39.54	8.44	20.29	68.27	15.92	55.35	28.73	2.70	23.22	34.46	11.24	
13.97	5.15	8.82	27.94	48.57	32.84	13.97	2.71	13.75	18.05	4.30	

Ленинских гор в большом количестве имеются обломочки песчаников и известняка и, кроме того, констатированы зерна глауконита. Фракция 0.1—0.01 мм в образце с Волоколамского шоссе более обогащена тяжелыми минералами, присутствующими здесь в количестве 3%. Указанные небольшие отличия в минералогическом составе, вероятно, можно отнести за счет более тесной связи суглинков Волоколамского шоссе с мореной. В табл. 2. сведены данные по механическому составу, удельному весу и пластичным свойствам.

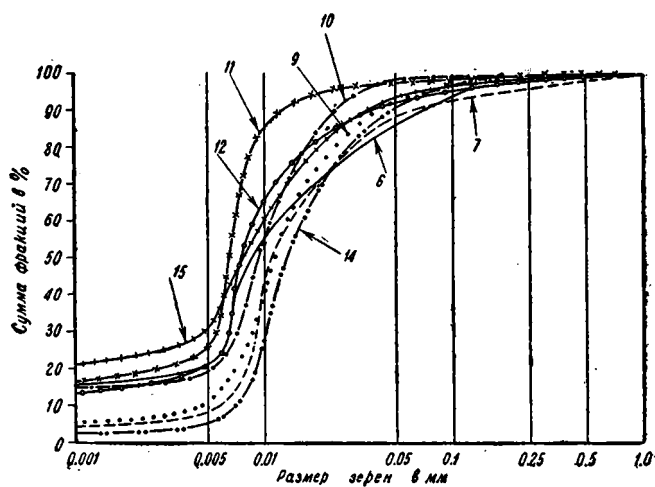
Механический анализ выполнен по способу Сабанина-Робинсона с прибавлением аммиака.

Как видно из табл. 2, по гранулометрическому составу исследованные суглинки имеют некоторые различия. Так, наиболее резко преобладает пылеватая фракция (0.05—0.005 мм) среди суглинков Каширского шоссе. На втором месте по преобладанию этой фракции стоят ленингорские суглинки и последнее место занимают суглинки с Волоколамского шоссе, где эта фракция присутствует в количестве от 16.23 до 50.02%. Наименее опесчаненными являются суглинки с Каширского шоссе. Интересно отметить, что количество песчаного материала во многих шурфах увеличивается с глубиной (шурф № 6 Волоколамского шоссе, шурфы №№ 2 и 3 Каширского шоссе и шурф № 5 на Ленинских горах).

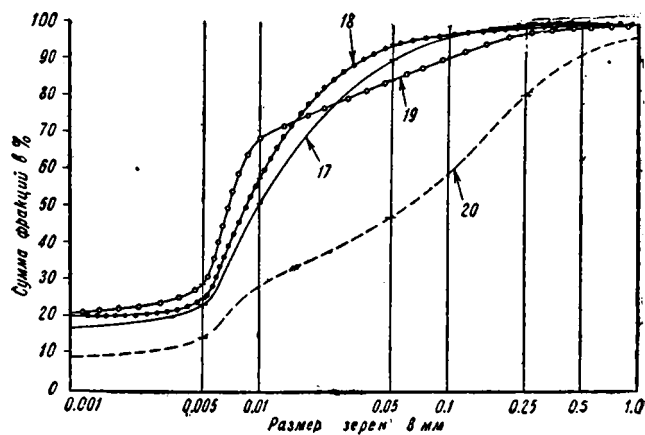
По степени неоднородности (фиг. 3—5) наименее однородными являются суглинки с Волоколамского шоссе, наиболее однородными — Каширского шоссе. Почти все исследованные образцы суглинков достаточно далеки от оптимальных смесей (фиг. 6). Наиболее близки к ним образцы, взятые в непосредственной близости к кровле морены (№№ 2, 3, 5 и 20). Эти образцы



Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

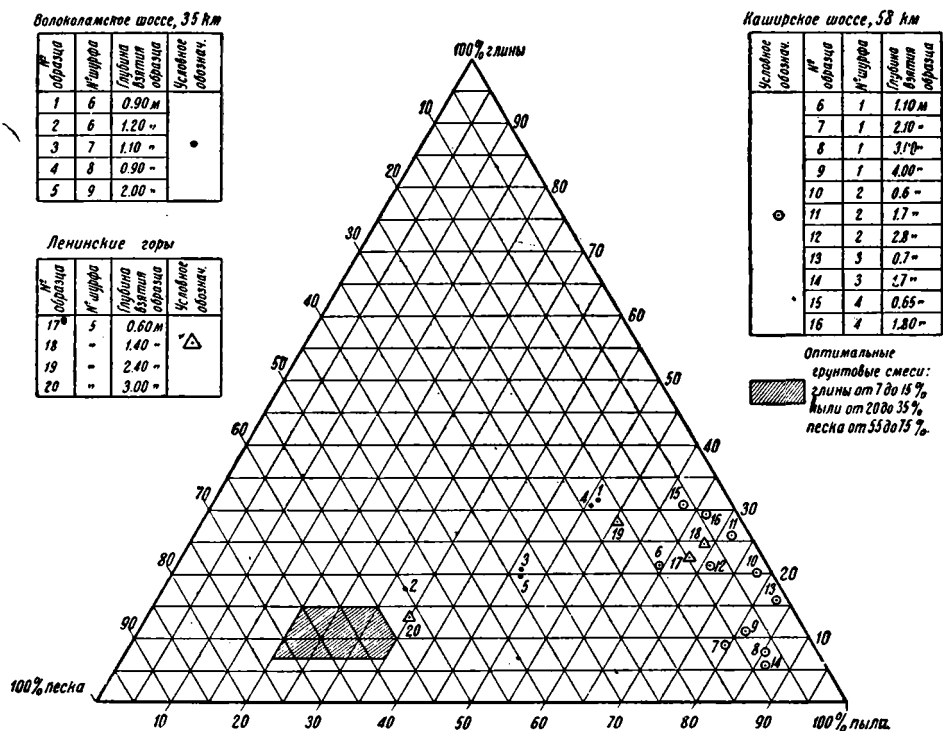
Примечание. Цифры обозначают номера образцов.

отличаются наибольшим содержанием песчаной фракции и наибольшей степенью неоднородности.

По удельному весу (табл. 2) наибольшие величины дали лениногорские суглинки (2.71—2.74). В остальных образцах удельный вес колеблется от 2.58 до 2.71, с преобладанием пределов от 2.64 до 2.69.

Нижний предел пластичности определяется обычным способом, верхний — на приборе Фарского. Можно думать, что последний метод дает несколько заниженные цифры.

Как видно из табл. 2 и фиг. 7, величины числа пластичности колеблются в пределах от 2.74 до 17.42, причем наименьшим числом пластичности обладают суглинки с повышенным содержанием песчаных фракций и пониженным — частиц < 0.001 мм (№№ 2, 5, 7, 8, 9, 14 и 20).

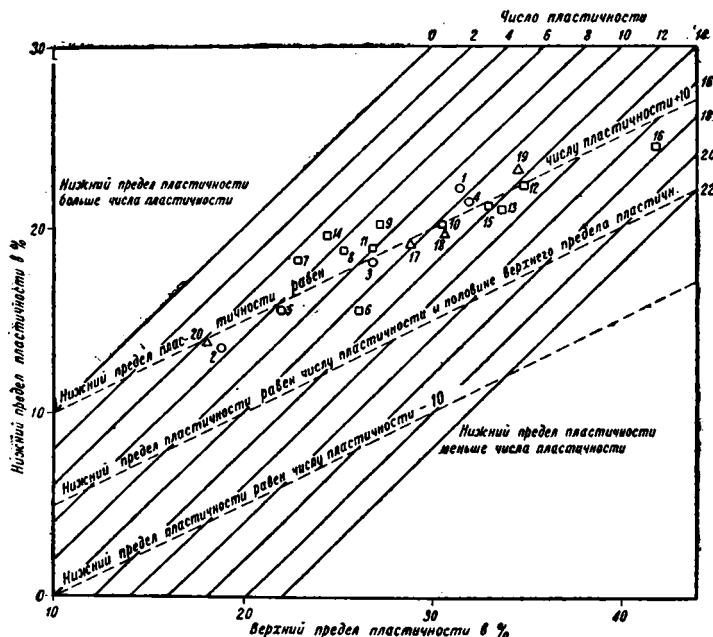


Фиг. 6. Оптимальные грунтовые смеси

Нижний предел пластичности колеблется в пределах от 13.55 до 24.35, верхний — от 18.05 до 41.77. Как видно из рис. 7, в целом для всех исследованных образцов наблюдается известная закономерная связь между величиной числа пластичности и обоими пределами Аттерберга. С увеличением числа пластичности увеличиваются и оба предела. При этом интересно отметить, что для всех исследованных образцов точки на рис. 7 расположились вдоль линии, для которой нижний предел пластичности равен числу, пластичности, увеличенному на 10. Можно предполагать, что такое соотношение, особенно для более пластичных разностей, указывает на некоторое преуменьшенное значение числа пластичности за счет преуменьшения верхнего предела пластичности.

Для характеристики поглощающего комплекса для четырех образцов была определена общая емкость поглощения по методу Бобко-Аскинази и содержание кальция, магния и водорода (табл. 3).

Как видно из данных, приведенных в табл. 3, общая емкость поглощения для исследованных четырех образцов колеблется в пределах от 13.8 до 20.52 миллиграмм-эквивалентов на 100 г сухого грунта.



Фиг. 7. Нижний и верхний пределы пластичности в %

Таблица 3

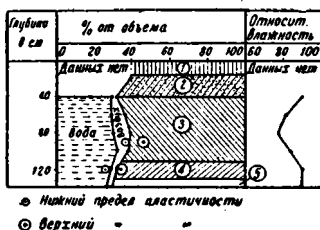
№ образца	Емкость поглощения по методу Бобко-Аскинази в мг-экв. на 100 г	Са		Mg		H	
		в мг-экв. на 100 г	в %	в мг-экв. на 100 г	в %	в мг-экв. на 100 г	в %
4	18.05	14.5	83.4	2.25	12.9	0.63	3.7
12	20.52	16.5	85.9	2.00	10.4	0.73	3.7
18	13.18	10.5	82.9	1.50	11.8	0.67	5.3
19	15.28	12.5	83.9	2.08	13.9	0.31	2.2

Наименьшую общую емкость показали образцы суглинков с Ленинских гор (№№ 18 и 19), наибольшую — образец суглинка с Каширского шоссе (№ 12). Приведенные цифры для общей емкости не вполне отвечают данным гранулометрического состава. Причины этого несоответствия пока остаются неясными, но можно предполагать, что здесь сказывается различие минералогического состава мелких фракций. Для определения его в дальнейшем намечается применение рентгеноскопического анализа.

Среди поглощенных оснований на первом месте стоит поглощенный кальций, составляя от 82.9% до 85.9 % от суммы поглощенных оснований. Второе место занимает магний — от 10.4 % до 13.9 % и сравнительно очень малую роль играет водород. Его содержание колеблется в пределах от 2.2 % до 5.3 %. Таким образом, исследованные суглинки относятся к породам, поглощающий комплекс которых не вполне насыщен основаниями.

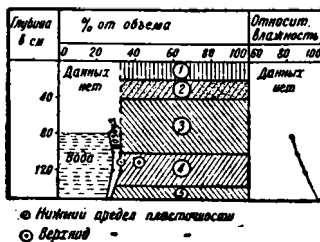
ХАРАКТЕРИСТИКА ЕСТЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ СУГЛИНКОВ

Для характеристики суглинков в естественных условиях залегания из всех шурфов, заложенных на Волоколамском и Каширском шоссе, отбирались небольшие монолиты с интервалом через 20 см. Для сохранения естественной структуры и влажности монолиты немедленно парафинировались.



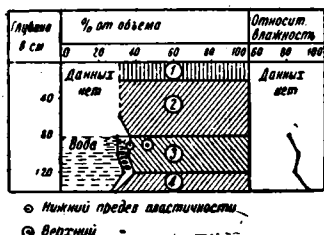
Фиг. 8. Волоколамское шоссе, ш. № 6

1 — буровато-серый оподзоленный суглинок; 2 — серая пылеватая супесь; 3 — коричневый суглинок с кремнеземистой присыпкой; с глубины 60 см — галка и щебенка; 4 — коричневатожелтый суглинок; 5 — красно-бурый песчаный суглинок с галкой и щебнем (морена)



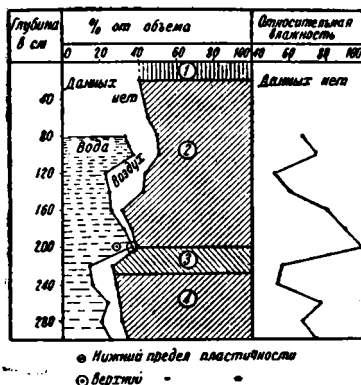
Фиг. 9. Волоколамское шоссе, ш. № 7

1 — буровато-серый оподзоленный суглинок; 2 — светложелтая пылеватая супесь; 3 — коричневый суглинок с кремнеземистой присыпкой; 4 — коричневатожелтый суглинок с щебенкой; 5 — красно-бурый суглинок с галкой и щебнем (морена)



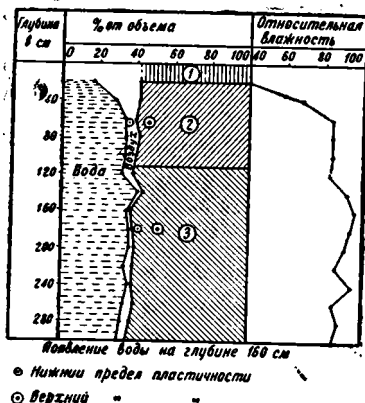
Фиг. 10. Волоколамское шоссе, ш. № 8

1 — серовато-бурый оподзоленный суглинок; 2 — коричневатый суглинок с кремнеземистой присыпкой; 3 — коричневатожелтый суглинок; 4 — красно-бурый суглинок с очень редкой щебенкой (элювий морены)



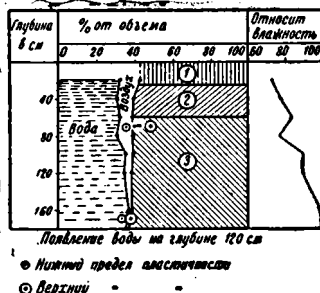
Фиг. 11. Волоколамское шоссе, ш. № 9

1 — серая тяжелая супесь; 2 — серая /ли желтая супесь, местами слоистая, переходящая в легкий суглинок; 3 — светлокориновый суглинок; 4 — слоистая супесь с просянками серого и желтого цвета; внизу — галка и щебенка



Фиг. 12. Каширское шоссе, ш. № 4. Появление воды на глубине 160 см

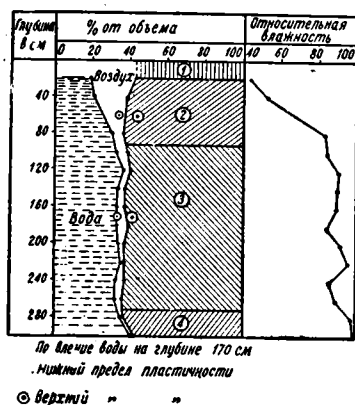
1 — буровато-серый оподзоленный суглинок; 2 — бурый суглинок с кремнеземистой присыпкой и осызками пятнами; 3 — грубый песчаный суглинок с щебенкой и галкой; 4 — красно-бурый суглинок с галкой и щебнем (элювий морены)



Фиг. 13. Каширское шоссе, ш. № 3. Появление воды на глубине 120 см

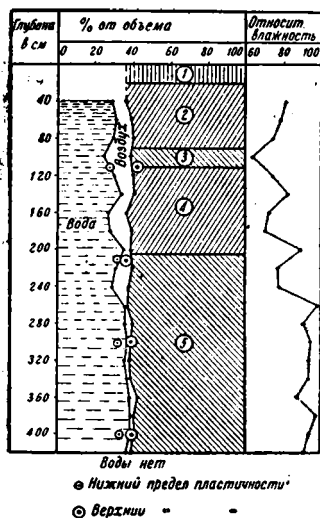
1 — буровато-серый оподзоленный суглинок; 2 — бурый суглинок с кремнеземистой присыпкой и осызками пятнами; 3 — оглеенный суглинок с окристыми пятнами; внизу оглеение усиливается

На этих монолитах определялся объемный и удельный вес, естественная влажность и вычислялась пористость. Результаты определений изображены на фиг. 8—15, причем естественная влажность дана в объемных величинах (по отношению ко всему объему грунта). Как видно из рисунков, суглинки, взятые на Волоколамском шоссе, обладают несколько меньшей пористостью по сравнению с суглинками, отобранными на Каширском шоссе. Если пористость первых колеблется в пределах от 27 до 35 % и лишь в редких случаях превышает 40 %, пористость суглинков с Каширского шоссе обычно превышает 40 % и не спускается ниже 38 %. По степени заполнения пор водой все суглинки представляют собой трехфазную систему, и относительная влажность колеблется в исследованных образцах, как правило, в пределах от 70 до 99 %. Для Каширского шоссе с сравнительно неглубоким залеганием уровня грунтовых вод наблюдается увеличение относительной влажности с глубиной. Для суглинков Волоколамского шоссе, где грунтовые воды залегают очень глубоко, такой закономерности не наблюдается.



Фиг. 14. Каширское шоссе, ш. № 2. Появление воды на глубине 170 см

1 — буровато-серый оподзоленный суглинок; 2 — темнобурый суглинок с кремнеземистой присыпкой; в нижней части — оглеенный; 3 — оглеенный суглинок с охристыми пятнами; в нижней части — кремнистая щебенка размером до 3 см; внизу оглеенные увеличиваются; 4 — светлошоколадный суглинок



Фиг. 15. Каширское шоссе, ш. № 1. Воды нет

1 — буровато-серый оподзоленный суглинок; 2 — краснобуро-бурый суглинок с кремнеземистой присыпкой; 3 — бурый суглинок с зеленоватыми и сизыми пятнами; 4 — сизовато-бурый суглинок с прослойками пылеватого песка; 5 — бурый суглинок с сизоватыми и охристыми пятнами

На разрезах шурфов, изображенных на рис. 8—15, нанесены также нижний и верхний пределы пластичности по Аттербергу, причем последние, как и естественная влажность, даны в объемных процентах (по отношению ко всему объему грунта). Перечисление весового выражения в объемное произведено по формуле:

$$n = \frac{w\gamma}{1 + w\gamma},$$

где n — объемное выражение для предела, w — весовое выражение для предела и γ — удельный вес.

Нанесение объемных пределов пластичности позволяет сопоставить их с пористостью и естественной влажностью. Такое сопоставление позволяет очень наглядно судить об естественной консистенции суглинка и о возможной его консистенции при заполнении всех пор водой, а, следовательно, и о механических его свойствах. При всей условности такого сопоставления этот способ пока остается единственным при оценке несущей способности связных горных пород в естественных условиях залегания по влажности и пористости.

Как видно из фиг. 8—15, суглинки, для которых произведено определение пределов пластичности, обладают естественной консистенцией, близкой к нижнему пределу пластичности. В одних образцах естественная влажность несколько меньше нижнего предела пластичности, в других — несколько больше его. Для Каширского шоссе случаи, где естественная влажность превышает нижний предел пластичности, преобладает. При полном заполнении пор водой и сохранении величины пористости суглинки Каширского шоссе будут обладать в большинстве случаев консистенцией, близкой к консистенции верхнего предела пластичности, т. е. их несущая способность резко снизится. Суглинки Волоколамского шоссе с близким залеганием морены (шурфы №№ 6—8) при тех же условиях в большинстве случаев приобретут консистенцию, отвечающую или лишь немного превышающую влажность нижнего предела пластичности, т. е. их несущая способность будет значительно выше по сравнению с суглинками Каширского шоссе. Исключением является образец аллювиального суглинка из шурфа № 9.

КОМПРЕССИОННЫЕ СВОЙСТВА

Для характеристики способности суглинков к сжатию под действием статической нагрузки были произведены компрессионные испытания 11 образцов суглинков (табл. 4).

Для четырех образцов (№№ 4, 12, 16 и 19) испытания были проведены как с ненарушенной, так и нарушенной структурой. Для остальных — только с ненарушенной структурой.

Результаты компрессионных испытаний даны в табл. 4. Как видно из таблицы, полученные величины коэффициента уплотнения представляют довольно пеструю картину. Например, коэффициент уплотнения для образцов с ненарушенной структурой и интервала нагрузки от 2 до 4 кг/см² колеблется в пределах от 0.002 (обр. 9) до 0.025 (обр. 2), а для интервала нагрузки от 4 до 6 кг/см² в пределах от 0.004 (обр. 18) до 0.016 (обр. 2 и 4). Какой-либо закономерной связи с типом суглинков или с начальной пористостью установить не удается. Интересно заметить, что во многих образцах процесс сжатия не отвечает логарифмической зависимости.¹

При сравнении коэффициентов уплотнения для образцов с нарушенной и ненарушенной структурой видно, что и здесь какой-либо определенной закономерности подметить не удастся. Так, для образца 8 коэффициент уплотнения при нарушенной структуре в 1.5—2 раза меньше, чем с ненарушенной, для образца 2 соотношения получились обратные, а для образца 4 сжимаемость при нарушенной и ненарушенной структуре характеризуется одними и теми же цифрами.

УПЛОТНЯЕМОСТЬ

Покровные суглинки часто используются в качестве материала для насыпей. Поэтому представляет интерес иметь характеристику способности суглинков уплотняться под действием динамической нагрузки.

Уплотнению было подвергнуто девять образцов суглинков (табл. 5), из которых три — с Волоколамского шоссе (обр. 1, 2 и 4), три — с Каширского шоссе (обр. 8, 13 и 16) и три — с Ленинских гор (обр. 18, 19 и 20).

Исследование уплотняемости производилось стандартным способом, разработанным В. А. Приклонским и Н. В. Коломенским.² На фиг. 16 даны результаты, полученные при уплотнении взятых для исследования образцов суглинка для работы 40 кгм. Как видно из рис. 16 и табл. 5, величины,

¹ В связи с указанными обстоятельствами автору не удалось сделать выводов о свойствах покровных суглинков в основании сооружений, что перейдет в продолжение работ 1938—39 г. (Ред.).

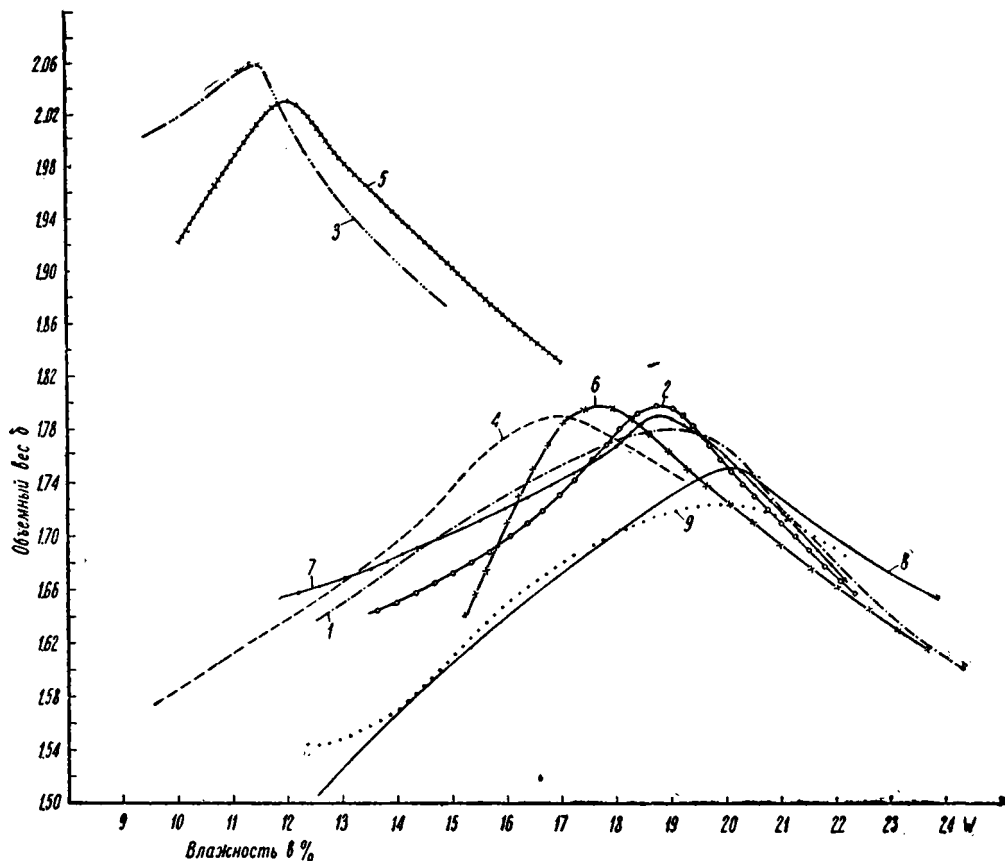
² В. А. Приклонский и Н. В. Коломенский. Методика изучения уплотняемости рыхлых горных пород. Тр. Геол. ин-та АН СССР, т. IX, 1939.

Таблица 4

№ образца	Район взятия образца	№ шурфа	Глубина в м	Приведенная пористость			Относительная влажность	Интервал нагрузки в кг/см²							Структура
				начальная	конечная	отвечающая нижнему пределу пластичности		1—2	2—4	4—6	6—8	6—10	6—12	12—20	
2	Волоколамское шоссе, 35-й км	6	1.20	0.546	0.427	0.352	0.92	—	0.025	0.016	—	—	0.006	—	Ненарушенная То же
4		8	0.90	0.635	0.417	0.566	0.83	—	0.022	0.016	—	—	0.015	0.006	
4		8	0.90	0.704	0.597	0.566	1.00	0.007	0.008	0.010	—	—	0.011	—	Нарушенная Ненарушенная
5		9	2.00	0.843	0.773	0.418	0.66	—	0.004	0.008	—	—	0.006	—	
7	Каширское шоссе, 58-й км	1	2.10	0.644	0.567	0.490	0.87	—	0.008	0.012	—	0.006	—	—	То же То же
8		1	3.00	0.963	0.872	0.501	0.60	—	0.012	0.010	—	—	0.006	—	
9		1	4.00	0.595	0.546	0.521	1.00	—	0.002	0.009	—	0.005	—	—	То же То же
12		2	2.8	0.583	0.506	0.577	0.95	—	0.011	0.006	0.010	—	—	—	
12	Ленинские горы	2	2.8	0.772	0.637	0.577	1.00	0.011	0.017	0.020	—	0.002	—	—	Нарушенная Ненарушенная
13		3	0.7	0.801	0.746	0.570	0.76	—	0.005	0.011	0.005	—	—	—	
16		4	1.8	0.685	0.525	0.660	1.00	—	0.021	0.011	—	—	0.008	—	То же Нарушенная
16		4	1.8	0.751	0.525	0.660	1.00	0.093	0.028	0.010	—	—	0.009	—	
18		5	1.40	1.106	1.035	0.541	0.53	—	0.009	0.004	—	—	0.006	—	Ненарушенная То же
19		5	2.40	0.780	0.623	0.627	—	—	0.005	0.014	—	—	0.005	0.006	
19		5	2.40	0.910	0.569	0.627	1.00	—	0.026	0.019	—	—	0.009	0.007	Нарушенная

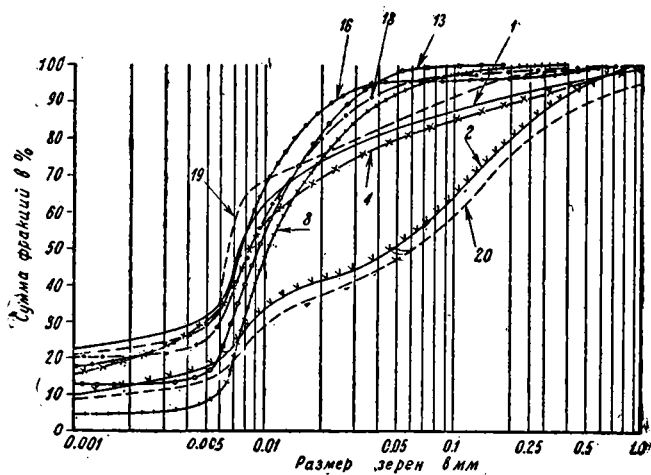
Таблица 5

№ образца	Район взятия образца	№ шурфа	Глубина в м	Число пластичности по Аттербергу	Нижний предел пластичности по Аттербергу	Объемный вес при нижнем пределе пластичности	Оптимальная влажность при работе 40 кгм	Объемный вес при оптимальной влажности для работы 40 кгм
1	Волоколамское шоссе, 35-й км	6	0.90	9.18	22.22	1.684	17.70	1.798
2		6	1.20	5.23	13.55	1.949	12.00	2.028
4		8	0.90	10.46	21.45	1.684	17.00	1.790
8	Каширское шоссе, 58-й км	1	3.00	6.57	18.77	1.777	18.8	1.788
13		3	0.70	12.56	21.05	1.726	20.00	1.724
16		4	1.80	17.42	24.35	1.632	20.10	1.750
18	Ленинские горы	5	1.40	10.85	19.73	1.778	19.00	1.780
19		5	2.40	11.24	23.22	1.661	18.90	1.798
20		5	3.00	4.30	13.75	1.972	11.40	2.056



Фиг. 16.

1 — Ленивкине горы, глуб. 1.40 м; 2 — Ленивкине горы, глуб. 2.40 м; 3 — Ленивкине горы, глуб. 3.00 м; 4 — Волоколамское шоссе, шурф № 8, глуб. 0.90 м; 5 — Волоколамское шоссе, шурф № 6, глуб. 1.20 м; 6 — Волоколамское шоссе, шурф № 6, глуб. 0.9 м; 7 — Каширское шоссе, шурф № 1, глуб. 3.0 м; 8 — Каширское шоссе, шурф № 4, глуб. 1.80 м; 9 — Каширское шоссе, шурф № 3, глуб. 0.70 м.



Фиг. 17.

характеризующие способность суглинков к уплотнению, довольно резко между собой отличаются. Все исследованные образцы можно подразделить на три группы. К первой группе относятся образцы 2 и 20 с наиболее высокой способностью к уплотнению (оптимальная влажность 11—12%, объемный вес при оптимальной влажности выше 2.0). Во вторую группу можно отнести образцы 1, 4 и 19. Способность к уплотнению их меньше (оптимальная влажность 17—19%, объемный вес при оптимальной влажности от 1.790 до 1.738). К третьей группе относятся все остальные исследованные образцы, способность к уплотнению у которых наименьшая (оптимальная влажность 19—20%, объемный вес при оптимальной влажности от 1.724 до 1.788). Различная способность к уплотнению очень хорошо увязывается с гранулометрическим составом исследованных образцов. Эту связь с большой наглядностью можно видеть на фиг. 17, где приведены кривые гранулометрического состава для всех исследованных на уплотняемость образцов. Как видно, из рассмотрения кривых, образцы 2 и 20 отличаются наибольшей неоднородностью своего гранулометрического состава, образцы 1, 4 и 19 занимают промежуточное положение и все остальные образцы обладают наибольшей однородностью. Та же связь между уплотняемостью и гранулометрическим составом хорошо видна и на фиг. 6. Действительно, образцы 2 и 20, показавшие наибольшую уплотняемость, наиболее близко отвечают оптимальным смесям. Образцы 1, 4 и 19 по своему составу отстоят от этих слоев. Остальные же образцы, показавшие наименьшую способность к уплотнению, обладают и гранулометрическим составом, наиболее отличающимся от состава оптимальных смесей.

На фиг. 18 сопоставлена оптимальная влажность для работы 40 кгм и нижний предел пластичности. Разбросанность точек получилась несколько большей, чем то было нами получено раньше.¹ Причиной этой разбросанности, можно думать, является некоторая неточность в определении нижнего предела пластичности. Тем не менее нанесенные на фиг. 18 точки подтверждают ранее установленную нами зависимость о связи оптимальной влажности с нижним пределом пластичности: с увеличением последнего увеличивается и оптимальная влажность. Кроме того, оптимальная влажность, как и в ранее исследованных образцах для работы 40 кгм, меньше нижнего предела пластичности (w_p) и колеблется в пределах от w_p до $w_p - 4.5$.

Эта влажность при соответствующей работе вполне обеспечивает устойчивость насыпи, как видно на фиг. 19. Объемный вес, получающийся при работе 40 кгм и соответствующей оптимальной влажности, как правило, превышает объемный вес, отвечающий нижнему пределу пластичности.

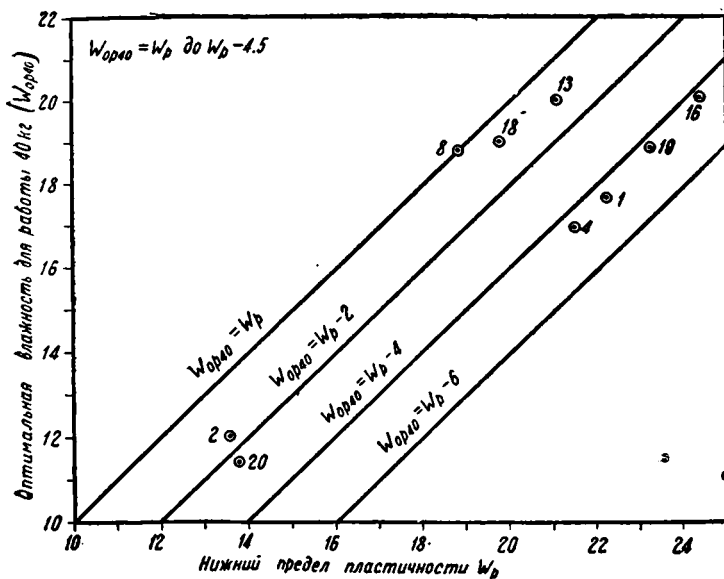
ВЫВОДЫ

1. По минералогическому составу фракций крупнее 0.01 мм четыре исследованных образца суглинков очень близки между собой. Относительное содержание тяжелых минералов во фракции 0.1—0.01 мм оказалось наибольшим в образце суглинка с Волоколамского шоссе, генетически непосредственно связанного с мореной.

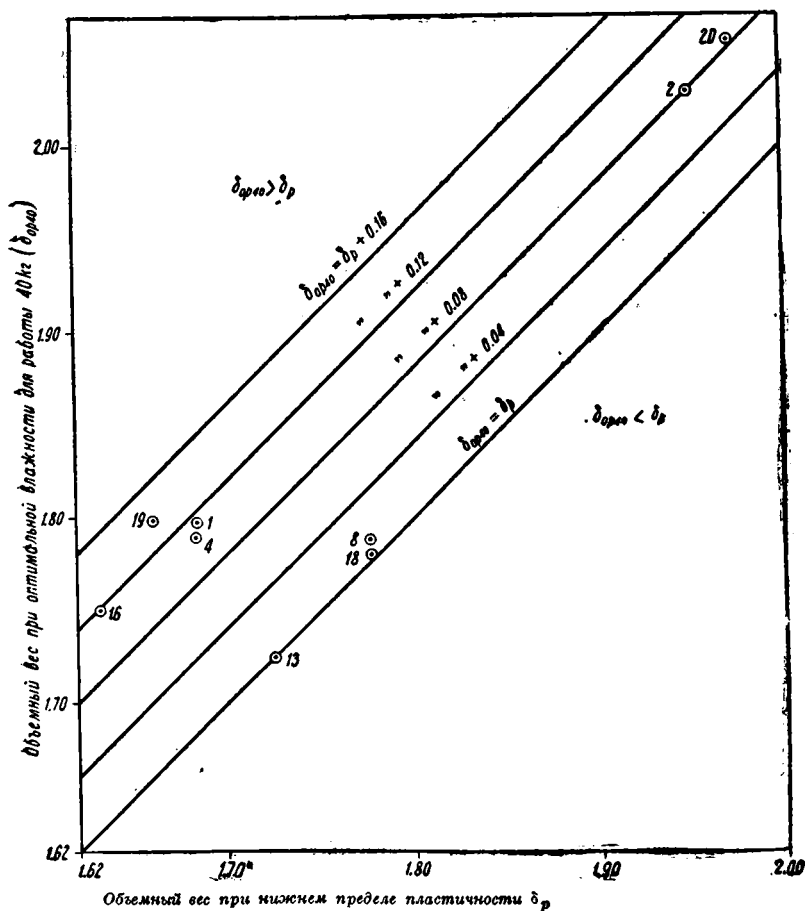
2. Емкость поглощенного комплекса для четырех исследованных образцов суглинков также близка между собой, но не вполне отвечает гранулометрическому составу. Для выяснения причины несоответствия необходимо знать минералогический состав мелких фракций (рентгеноскопический анализ).

3. Замечается некоторая связь между гранулометрическим составом суглинков и их генезисом. Суглинки Волоколамского шоссе, меньшей мощности и генетически связанные с мореной, отличаются большей неоднородностью и большим содержанием песчаного материала.

¹ Приклонский В. А. Некоторые данные об уплотняемости рыхлых горных пород под влиянием динамической нагрузки. Тр. Геол. ин-та, т. IX, 1939. (Здесь же приведена соответствующая литература.)



Фиг. 18.



Фиг. 19. Объемный вес при оптимальной влажности для работы 40 кг δ_{opt} 40. Объемный вес при нижнем пределе пластичности δ_p

4. Точно также имеется связь между генезисом суглинков и величинами, характеризующими их естественное состояние. Суглинки с Волоколамского шоссе менее пористы и не столь склонны переходить в текучее состояние при полном заполнении пор водой, по сравнению с суглинками Каширского шоссе.

5. В отношении способности суглинков уплотняться под действием статической нагрузки (компрессионные свойства) полученные цифры отличаются значительной пестротой и часто не отвечают логарифмической зависимости, установленной для компрессионного процесса. Причина этого отклонения еще не ясна.

6. В отношении способности суглинков уплотняться под действием динамической нагрузки (уплотняемость) подтвердились ранее установленные закономерности. Влажность около нижнего предела пластичности и работа, отвечающая работе в 40 кгм при стандартном способе уплотнения, вполне обеспечивают устойчивость насыпи.

В. М. ФАЙНЦИММЕР и А. А. МИХАЙЛОВА**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАФАНОМЕТРА КЕНИГА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СУСПЕНЗИЙ РЫХЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД**

В вопросах исследования почв и грунтов как для сельского хозяйства так и для инженерных целей, бывает необходимо более глубокое изучение дисперсной части этих почв и грунтов, что вызывается тем, что эти частицы обладают резко выражаемой реакционной способностью. Чем больше содержится в грунте мелких фракций, тем резче будет сказываться его способность к физико-химическим проявлениям и явлениям набухаемости грунта, липкости, пластичности, усадки и др.

Выделение из грунта таких частиц возможно методом отмучивания, когда частички переходят во взвешенное состояние в воде, образуя с последней суспензию. Дальнейшие определения сводятся либо к анализу суспензий, либо имеют своей целью выделить из суспензии находящиеся в ней частицы грунта. В обычных исследованиях механического анализа грунта по методу Робинсона определение фракций меньше 0.001 мм занимает продолжительное время, например, уходит 72 часа на одно отстаивание частиц, после чего следуют операции выпаривания, высушивания, взвешивания и т. д.

Использование диафанометра «Кениг-Крюсс» дает возможность произвести суммарное определение количества мелких частиц в более короткий срок. Так, например, располагая подготовленными суспензиями, можно с помощью диафанометра произвести в течение одного часа до 10 определений концентрации суспензий, совершенно избегая при этом таких операций, как выпаривание, высушивание и взвешивание.

В виду того, что в литературе отсутствует достаточно подробное описание диафанометра Кенига, мы считаем необходимым кратко остановиться на этом, дать описание диафанометра и метода работы на нем.

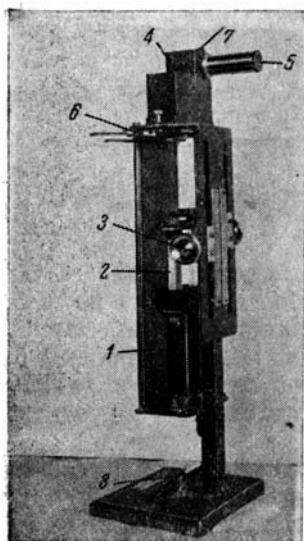
ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

Диафанометр фирмы Крюсс конструкции проф. И. Кенига служит для определения пропускной способности света через жидкости с помощью дымчатых стекол для измерения светопропускной способности и цветных фильтров (красного и зеленого), которые, помещаясь на пути проходящего пучка света, позволяют определять светопропускную способность для белого света по показаниям пропускной способности для красного и зеленого цвета. Последнее обстоятельство необходимо по следующим соображениям: исследуемые мутные жидкости (как, например, суспензии грунтов в воде) могут иметь различную по интенсивности окраску и в то же время не отличаться по количеству грунта, находящегося во взвешенном состоянии.

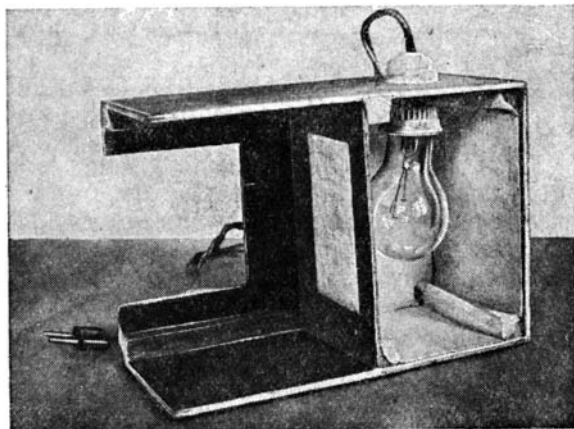
Использование в приведенном примере диафанометра возможно путем определения светопропускной способности суспензий через показания для зеленого и красного светофильтров, взаимно погашающих интенсивность окраски суспензии и дающих численные взаимоотношения между исследу-

дуемой и выбранной для сравнения жидкостью только в зависимости от концентрации суспензии.

К составным частям диафанометра (фиг. 1) относятся, как и к колориметрам типа Дюбоска, два стеклянных сосуда 1 из непрозрачного стекла и два погружателя 2, представляющих собой стеклянные трубки, укрепленные на специальных держателях, которые могут перемещаться вверх и вниз по зубчатым рейкам прибора 3. Поднимая или опуская по-



Фиг. 1. Диафанометр Кенига



Фиг. 2. Осветитель к диафанометру Кенига

гружатели, можно регулировать высоту столба анализируемой жидкости.

Оптическая часть прибора состоит из насадки 4 с системой призм, устроенных таким образом, что при наблюдении (через окуляр 5 в поле зрения видно два concentрических круга. Внутренний круг освещается левым столбом жидкости, а внешний — правым столбом. Правым погружателем изменяется высота столба жидкости для получения одинакового освещения в поле зрения. Левый погружатель служит обычно для того, чтобы создавать одинаковые оптические условия с правой стороны, т. е. для компенсации системы стекло — жидкость — стекло.

Левый погружатель устанавливается на нулевое деление, и тогда, согласно конструкции прибора, высота действующего столба жидкости будет равна 10 мм. Столб жидкости такой же высоты под нулевым делением имеется и в правом сосуде, и таким образом высота измеряемого столба жидкости над нулевым делением в правом сосуде будет являться разностью показаний обеих сторон. Над левым сосудом имеется приспособление для включения пяти дымчатых светофильтров 6.

Дымчатый светофильтр № 0 пропускает 90% света и применяется лишь для очень прозрачных жидкостей. Каждый из дымчатых светофильтров №№ 1, 2, 3 и 4 пропускает 50% света, так что один фильтр пропустит 50%, два фильтра пропустят 25%, три фильтра — 12.5% и четыре фильтра — 6.25%.

При помощи пяти светофильтров и специально рассчитанных таблиц, прилагающихся к прибору, можно определять степень пропускной способности света для столба жидкости высотой в 10 мм в пределах от 3.1% и до 99%.

Для определения пропускной способности света у жидкостей с высокой степенью дисперсности или с очень интенсивной окраской имеются таблицы, рассчитанные на столб жидкости в 5 мм. Для очень прозрачных жидкостей имеются таблицы, рассчитанные на столб в 100 мм.

Цветные светофильтры находятся на вращающемся диске, с помощью которого и перемещаются в окулярном колене прибора 7. Освещенные жидкости в цилиндрах достигаются путем отражения света, падающего на белое матовое стекло, расположенное в нижней части прибора 8.

Так как интенсивность дневного света не всегда бывает достаточной, и для того, чтобы избежать неровности освещения матового экрана, сильно влияющей на работу, нами был сконструирован специальный осветитель с электрической лампой. Устройство осветителя видно на фиг. 2.

ОПИСАНИЕ МЕТОДА РАБОТЫ

Излагаемый ниже метод разработан авторами настоящей статьи в физико-механической лаборатории Института геологических наук Академии Наук и заключается в следующем.

Предварительно подсушенный до воздушно-сухого состояния грунт размельчался в ступке с помощью резинового пестика и просеивался через сито с отверстиями в 1.0 мм. После этого грунт с водой подвергался кипячению и переносился в батарейные стаканы емкостью по 5 л. Стаканы наполнялись дистиллированной водой, и после достаточного взбалтывания полученная суспензия оставлялась в закрытом от света помещении для осаждения частиц грунта. Рассчитав по формуле Стокса время, необходимое для осаждения из поверхностного слоя в 10 см грунтовых частиц с диаметром более 0.001 мм, по истечении этого времени приступали к сливанию верхнего слоя суспензии. Сливание производилось с помощью сифона Сабанина.

Испытываемая суспензия наливается в правый цилиндр диафанометра, в левом цилиндре должна находиться дистиллированная вода.

Регулируя высоту действующего столба жидкости в правом цилиндре с помощью погружателя, устанавливают его в такое положение, когда интенсивность окраски концентрических кругов, наблюдаемых в окуляр, сравнивается.

С помощью диафанометра определялась светопропускная способность суспензии по отношению к воде в процентах.

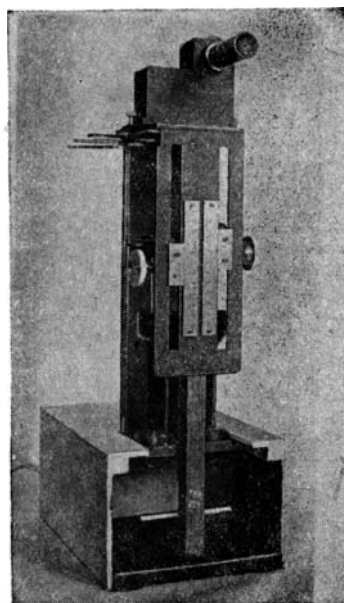
Контрольное определение концентрации производилось выпариванием и рассчитывалось в г/л.

Отсчет для зеленого и красного светофильтров прочитывается по правой шкале диафанометра (фиг. 3). Пересчет показаний шкалы на светопропускную способность производится по специальным таблицам. Слитая суспензия поступала на диафанометрический анализ и параллельно ему на контрольное определение количества твердой фазы, находящейся во взвешенном состоянии в г/л суспензии.

В результате большого числа определений суспензий различных грунтов оказалось, что их светопропускная способность и концентрация связаны друг с другом некоторой зависимостью, характер которой выражается плавной кривой (см. график на фиг. 4).

Для приготовления суспензий были взяты следующие грунты:

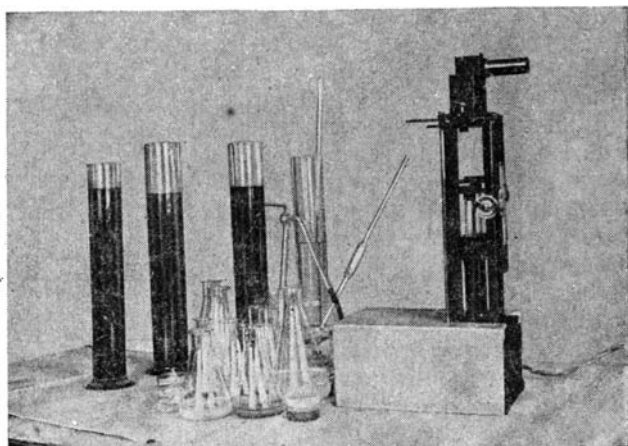
- | | | |
|----|------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Покровный суглинок с глубины 0.9 м | с Волоколамского шоссе |
| 2. | » | » 2.3 » с Каширского » |
| 3. | » | » 1.4 » с Ленинских гор |
| 4. | » | » 2.4 » с Ленинских гор |



Фиг. 3. Диафанометр с осветителем (рабочее положение)

5. Юрская глина с отметки 121 м из шахты метро
6. » » » 122 » » »
7. » » » 124 » » »
8. » » » 126 » » »
9. Красная глина с горы Аю-даг (Крым)
10. Белый суглинок с глубины 2 м (Носовская опытная станция, Украина).

Однако, несмотря на генетическое различие грунтов и различные соотношения в них частиц с диаметром меньше 0.001 мм (от 9 до 23%), опытами было установлено, что эффект суммарной светопропускной способности для суспензий, содержащих эти частицы, зависит от общего весового количества твердой части грунта, находящегося во взвешенном состоянии в данном объеме воды.



Фиг. 5. Общий вид диафанометрической установки для определения мутности воды в реке

Кроме того, диафанометр Кенига был нами использован для определения мутности воды в реке (фиг. 5).

Взятая для анализа 16 мая 1938 г. вода из р. Москвы показала при диафанометрическом наблюдении такую концентрацию минеральных частиц (0.21 г/л), которая полностью подтвердилась контрольным определением при выпаривании и прокаливании сухого остатка (0.212 г/л).

ВЫВОДЫ

Достаточно большое количество выполненных нами определений (924 опыта) позволяет считать, что подмеченная нами зависимость между светопропускной способностью суспензий и концентрацией их является закономерной. Таким образом с помощью данной кривой можно:

1) Быстро определять количество мелких частиц в суспензиях непосредственно по показателям диафанометра.

2) Диафанометр «Кениг-Крюсс» может быть использован для быстрого определения количества мелких фракций при анализе механического состава грунтов.

3) Диафанометр может быть применен для определения мутности воды рек и других природных водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

- Гедройц К. К. Химический анализ почв. 1929.
Харин и Смирнов. Использование нефелометра для полидисперсного анализа суспензий. Коллоидн. журн., 1936, 2.
Шалфеев В. М. Физико-химическое исследование майкопских глин. Тр. Геол. инст. Акад. Наук СССР, 1938, 9.
Уоелс G. H. Chemical Analysis. Vol. I. Calorimetry, 1928, 1—771.

В. М. ФАЙНЦИММЕР**ВЫДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ЧАСТИ ГРУНТОВ ИЗ СУСПЕНЗИЙ С ПОМОЩЬЮ СУПЕРЦЕНТРИФУГИ ШАРПЛЕ**

При проведении ряда специальных физических и химических исследований грунтов возникает необходимость подвергнуть анализу грунтовые частицы, диаметр которых приближается к одному микрону. Так, например, для рентгеновского метода минералогического анализа глин требуется, чтобы диаметр исследуемых грунтовых частиц был не больше 2 микрон, количество же таких частиц должно быть от 2 до 5 г.

Вместе с тем, эти специальные исследования могут быть успешно проведены только в том случае, если грунтовые частички при своем выделении не подвергались сильному температурному воздействию и не скоагулированы с помощью каких-либо химических веществ.

Это обстоятельство в значительной степени определяет метод, с помощью которого приходится работать для выделения и сбора высокодисперсной части грунта. Таким методом является выделение грунтовых частиц из суспензий.

Всю работу по получению высокодисперсных частиц можно разделить на 2 этапа:

1) Подготовка суспензии, содержащей необходимые для анализа частички грунта.

2) Выделение и сбор мельчайших частиц грунта из суспензии.

Для подготовки суспензии грунт помещается в специальный сосуд, где размучивается в дистиллированной воде. По формуле Стокса определяется время, необходимое для осаждения из исследуемого слоя суспензии грунтовых частиц с заданным диаметром, например больше 0.001 мм. Сливая суспензию через установленные промежутки времени, можно отделить от нее ту часть, где будут находиться во взвешенном состоянии частицы меньше 0.001 мм.

Выделение высокодисперсных частиц грунта из суспензии осуществляется с помощью суперцентрифуги Шарпле (фиг. 1). Особенность этой суперцентрифуги заключается в том, что она может быть приспособлена для непрерывного действия по выделению из суспензии грунтовых частиц.

Основной волчок суперцентрифуги представляет собой полый цилиндр, куда и поступает суспензия. В нижней части цилиндра имеется направляющее для жидкости устройство, которое с помощью специальных крыльев (фиг. 2) приводит во вращение поступающую в цилиндр суспензию. Развивающаяся при быстром вращении цилиндра большая центробежная сила заставляет мелкие грунтовые частички устремляться к стенкам цилиндра, где они и удерживаются, вода же сливается через отверстия, расположенные в верхней части цилиндра.

После окончания центрифугирования цилиндр развинчивается и из него вынимается специальный примененный нами целлулоидовый вкладыш, ко-

торый является приемником для выделяемых из суспензии грунтовых частиц.

Схема установки, осуществленной в физико-механической лаборатории Института геологических наук Академии Наук, видна на фиг. 3, где 1 есть бутылка, емкостью на 10 л, куда наливается суспензия. По стеклянной трубке 2 суспензия поступает в резервуар 3, назначение которого — поддерживать постоянный уровень поступающей в суперцентрифугу суспензии и тем самым сохранять заданный гидродинамический напор. Через наконечник 4, который регулирует количество поступающей в единицу времени суспензии, последняя направляется в цилиндр центрифуги 5.

Во время прохождения жидкости через цилиндр грунтовые частички собираются на целлулоидовом вкладыше 6, а вода, выходя через отверстие 7 в верхней части цилиндра, собирается кольцевым приемником 8 и сливается в резервуар 9 для отработанной суспензии.

Продолжительность центрифугирования суспензии определяется по формуле:

$$T = \frac{F \cdot L}{a},$$

где T — время в секундах, F — площадь поперечного сечения вращающегося цилиндра суперцентрифуги, L — длина вращающегося цилиндра, a — количество суспензии в кубических сантиметрах, сливающейся через регулирующий наконечник в 1 сек.

Для определения радиуса частиц, которые проходят через суперцентрифугу, можно воспользоваться формулой

$$r = \frac{0.416}{n} \sqrt{\frac{\eta}{(\Delta_r - \Delta) t} \cdot \lg \frac{x_2}{x_1}},$$

где r — радиус частицы, n — число оборотов цилиндра в секунду, η — вяз-

кость воды, Δ_r — удельный вес грунта, Δ — удельный вес воды, t — время центрифугирования в секундах, X_1 — положение частицы грунта по отношению к оси вращения в начальный момент, x_2 — положение частицы грунта по отношению к оси вращения в конечный момент.

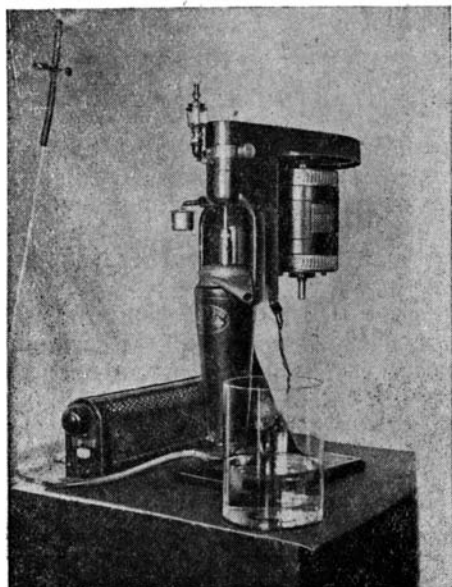
В экспериментальной работе, проведенной автором, на суперцентрифуге Шарпле (модель М-1) регулирующий наконечник сливал в 1 сек. 4 см³ суспензии. Это определило время центрифугирования в 95 сек., причем количество оборотов цилиндра доходило до 40 000 в 1 мин.

При таких условиях работы установки расчетная величина радиуса проходящих через центрифугу частиц составляет 14.10⁻⁷ см, отработанная жидкость почти прозрачна и лишь слегка опалесцирует.

Приготовленная для центрифугирования суспензия имела среднюю концентрацию в 0.43 г л, поэтому собирание 2 г высокодисперсной части грунта занимает около 20 минут работы суперцентрифуги.

Учитывая время, необходимое для наполнения сосуда, подающего суспензию, и время, идущее на перезарядку целлулоидовых вкладышей, можно считать, что выделение 2 г грунта требует максимум 1 часа работы.

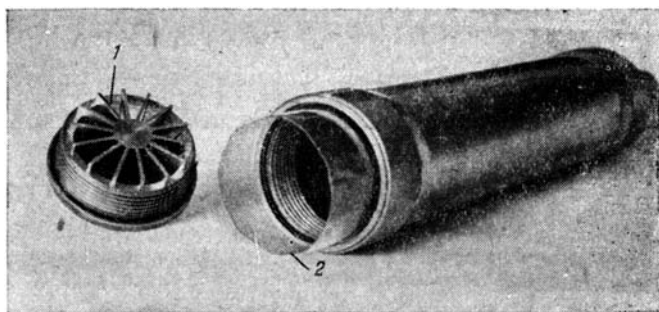
Выделение этих частиц грунта другими способами, например на машине проф. Мошева, как это делают в Почвенном институте АН, занимает для сбора тех же 2 г грунта несколько дней при более сложном рабочем процессе.



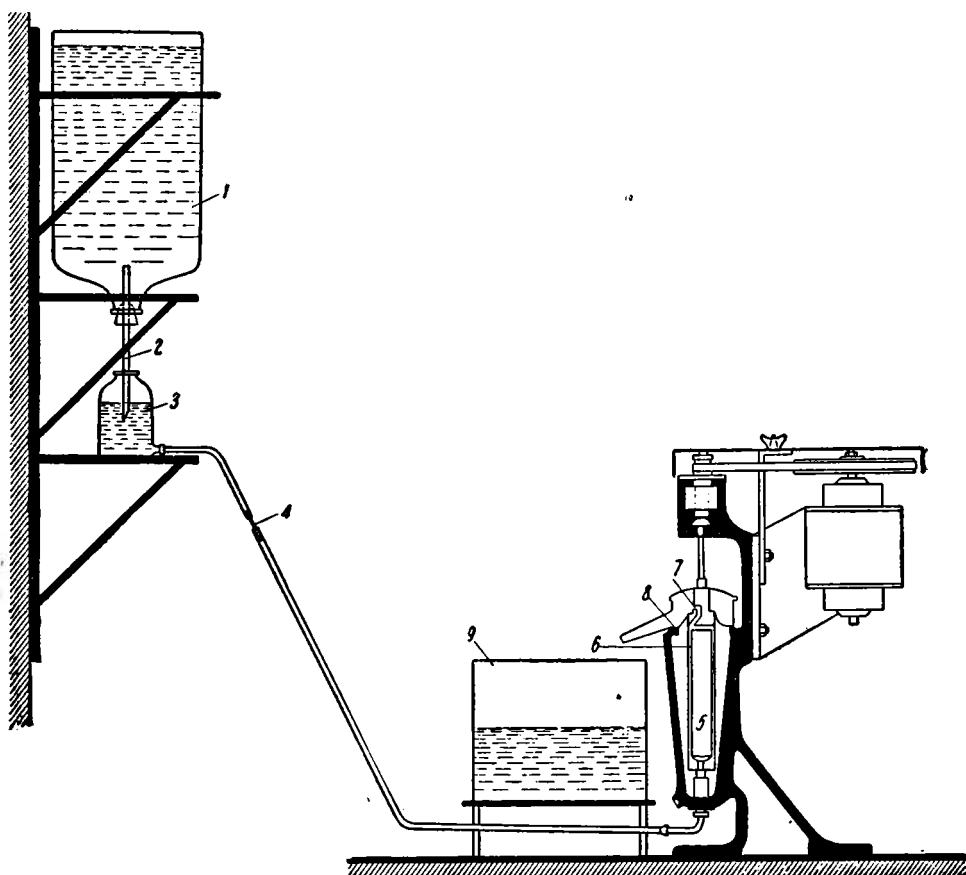
Фиг. 1. Суперцентрифуга Шарпле (модель М-1)

На извлеченном из цилиндра целлюлодном вкладыше грунтовые частички располагаются сплошной полосой шириной в 3—5 см и после 12—15 часов воздушной сушки легко снимаются с вкладыша и поступают на дальнейшее изучение.

Описанные выше приспособления к центрифуге Шарпле позволяют использовать последнюю для быстрого выделения высокодисперсной минеральной части грунтов для дальнейшего исследования ее.



Фиг. 2. Вращающийся цилиндр суперцентрифуги
1 — направляющие суспензию лопасти; 2 — целлюлозный вкладыш



Фиг. 3. Схема установки суперцентрифуги

ЛИТЕРАТУРА

- Вершинин П. и Константинова. Физико-химические основы искусственной структуры почв. Тр. Физ. инст., 1935, вып. 2.
 Думанский А. В. Полидисперсный анализ суспензий. Изв. Воронежск. сел.-хоз. инст., 1928.
 Думанский А. В. Учение о коллоидах. 1937.
 Князев В. И. Применение центрифуги Мошева для исследования механического состава почв. Тр. ВАСХНИЛ, 1935, вып. 36.
 Мошев А. И. Непрерывный механический анализ полидисперсных систем при помощи центробежной силы. Бюллетени почвовед, 1930, № 1—4.
 Шалфеев В. М. Физико-химическое исследование майкопских глин. Тр. Геол. инст. Акад. Наук СССР, 1938, 9.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>В. Ширямов.</i> К вопросу о переработке береговых склонов водохранилищ . . .	1
<i>В. А. Приклонский.</i> Некоторые данные по физико-химическим свойствам покровных суглинков окрестностей г. Москвы	11
<i>В. М. Файнциммер и А. А. Михайлова.</i> Использование диафанометра Кенига для исследования суспензий рыхлых горных пород	29
<i>В. М. Файнциммер.</i> Выделение высокодисперсной части грунтов из суспензий с помощью суперцентрифуги Шарпле	33

Технический редактор *В. М. Юрова*

Корректор *П. М. Неймарк*

Сдано в набор 11/VI 1939 г. Подписано к печати 23/X 1939 г. Формат 70×108^{1/16}. Бум. л. 1^{1/2}. Объем 2^{1/2} л. и 1 вкл. В 1 п. л. 58 000 печ. зна. Уч.-авт. л. 3,5. Тираж 800 экз. Уполн. Главлита № А-19370. РИСО № 959. АНИ 1280. Зак. 2690.

Набрано 1-й образцовой типографией ОГИЗА РСФСР треста Полиграф-
 книга. Отпечатано с матриц 1 тип. НКПС. Москва, Б. Переяславская 46.
 Заказ № 1177.

О П Е Ч А Т К И

<i>Стр.</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Следует</i>
1 (обложка)	8 сверху	химическим	механическим
26	21 сверху	отстоят от этих слоев	дальше отстоят от этих смесей
26	12 снизу	поглощенного	поглощающего
36	15 сверху	химическим	механическим

Труды ИГЕН, вып. 23.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА. Том I. 1932. Стр. 224, 53 фиг., 1 карта. Ц. 5 р. 50 к.

Среди статей: *М. А. Лаврова* и *В. Ф. Земляков*. Геологический очерк центральной зоны северного острова Новой Земли по долине Русанова. *В. М. Куплетский*. Днабазовые породы долины Русанова и губы Крестовой на Новой Земле. *Д. В. Наливкин*. Верхний силур долины Русанова, Новая Земля, и др. статьи.

— Том II. 1932. Стр. 206, 15 фиг. Ц. 7 р. 50 к.

Среди статей: *С. А. Гатуев*. Акчагыльские отложения Черноморского бассейна. *Н. В. Вассоевич*. О некоторых признаках, позволяющих отличить опрокинутое положение флишевых образований от нормального, и др. статьи.

— Том IV. 1934. Стр. 139, 2 карты. Ц. 7 р. 50 к.

Среди статей: *Е. В. Павловский* и *И. А. Ефремов*. Геологический очерк западной половины озерного района Приамурья. *Е. В. Павловский* и *А. И. Цветков*. Южная окраина Олекмо-Витимского нагорья. Геолого-петрографический очерк по маршрутам 1932 г. *И. О. Камушенков*. О геологическом строении района низовьев р. Чуи и Ленско-Чуйского водораздела, и др. статьи.

— Том V. 1936. Стр. 195. Ц. 8 р. 50 к.

Среди статей: *В. П. Жижченко*. К изучению средиземноморских Cardidae Крымско-Кавказской области. *А. Н. Заварицкий*. Колчеданные месторождения Блява в южном Урале и колчеданные залежи Урала вообще. *А. Н. Заварицкий*. К вопросу о генезисе тифлисских терм. *А. И. Турутанова-Кетова*. Материалы к стратиграфии Чак-Пакского каменноугольного района в южном Казахстане, и др. статьи.

— Том VII. 1938. Стр. 346. Ц. 16 р.

Среди статей: *Е. Н. Пермьяков*. Геологическая история долины р. Волги и Жигулей и ее значение для строительства проектируемой Куйбышевской ГЭС. *Д. Раузер-Черноусова*. Верхне-палеозойские фораминиферы Самарской луки и Заволжья. *Л. Китарисова*. Нижнетриасовые пластинчатожаберные Уссурийского края, и др. статьи.

— Том VIII. 1938. Стр. 192. Ц. 10 р.

Среди статей: *Е. В. Павловский* и *А. И. Цветков*. Западное Прибайкалье. *Е. Е. Засаров*. Металлогенический очерк Урала. *С. А. Юшко*. Минералогическое изучение колчеданистых руд Баймакского района (Ю. Урал).

— Том IX. 1939. Стр. 363. Ц. в пер. 22 р. 50 к.

Среди статей: *А. Инженерная геология и изучение физико-технических свойств горных пород СССР. Ф. П. Саваренский*. Гидрогеология и инженерная геология в Геологическом институте Академии Наук. *Ф. П. Саваренский*, *В. А. Приклонский* и *Н. В. Коломенский*. Инженерно-геологические условия строительства железнодорожной магистрали Москва — Донбасс на участке ст. Ожерелье — Узловая. *З. А. Макеев*. Краткая инженерно-геологическая характеристика майкопских глин в области волго-донских сооружений, и др. статьи.

ПРИЕМ ЗАКАЗОВ НА ВСЕ ИЗДАНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР ПРОИЗВОДИТСЯ:

в конторе по распространению изданий „Академкнига“

Москва, Б. Черкасский, д. 2;

в филиалах конторы „Академкнига“

Ленинград 104, проспект Володарского, 53-а.

Киев, ул. Свердлова, 15.

Харьков 3, ул. Свободной Академии, 13.

Одесса, ул. 10-летия Красной Армии, 28.

Ростов н/Дону, ул. Энгельса, 68.

Минск, Советская, 39.

Казань, Пионерская ул., д. 17/38, кв. 1.