

У всех родов ландшафтов среднее значение площади превышает медианное значение. Максимальная относительная величина такого превышения наблюдается у аллювиально-террасированных (на 88,2 %), холмисто-моренно-эрозионных (65,6 %) и вторичных водно-ледниковых (54,0 %) ландшафтов, а минимальные – у озёрно-аллювиальных (всего на 0,4 %) и камово-моренно-эрозионных (7,8 %) ландшафтов. Рассчитанные показатели асимметрии и эксцесса отображают, соответственно, степени отклонения графика распределения площадей ландшафтных выделов от симметричного графика распределения и относительную остроконечность или сглаженность распределения по сравнению с нормальным распределением. Для рассматриваемых нами родов ландшафтов асимметрия в основном положительная (левосторонняя), что говорит о том, что чаще встречаются выделы, площадь которых ниже среднего (максимальное значение асимметрии у моренно-зандровых ландшафтов), лишь у озёрно-аллювиальных ландшафтов асимметрия отрицательна, однако показывает самую низкую степень отклонения от симметричного графика. Для большинства родов ландшафтов значение эксцесса также положительно, то есть они характеризуются относительно остроконечным распределением. Максимальное значение положительного эксцесса, в несколько раз превосходящие значения для других родов, имеет род моренно-зандровых ландшафтов (22,24). Для ландшафтов с отрицательным эксцессом его модальное значение очень небольшие, минимальное – у холмисто-моренно-озёрных ландшафтов (-0,06), то есть степень сглаженности графика распределения площадей его выделов практически совпадает со сглаженностью графика нормального распределения.

Литература

- 1 Викторов, А. С. Основные проблемы математической морфологии ландшафта / А. С. Викторов. – Москва : Наука, 2006. – 252 с.
- 2 Викторов, А. С. Рисунок ландшафта: анализ геометрических свойств ландшафта и его практическое применение / А. С. Викторов. – 2-е изд. – Москва : ЛЕНАНД, 2014. – 184 с.
- 3 Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение / Г. И. Марцинкевич, И. И. Счастливая. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 288 с.

УДК 624.131.7

А. В. Обозная

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТИЧНОСТИ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Статья посвящена исследованию характеристик пластичности при различной водонасыщенности грунтов. Были рассмотрены вопросы методики проведения лабораторного эксперимента, обработки полученных результатов, а также сравнительный анализ грунтов различного генезиса в пределах промышленных и горнодобывающих комплексов.

Пластичность – это умение грунта под влиянием внешних сил изменяться без разрыва сплошности и сохранять приданную ему форму после прекращения этого воздействия.

Пластичность связных грунтов характеризуют с помощью двух показателей: границы текучести и границы раскатывания.

Граница текучести, или *верхний предел пластичности* (W_L), – влажность, при которой грунт доходит до границы пластичного и текучего состояния.

Граница пластичности, или *нижний предел пластичности* (W_P), – влажность, при которой грунт располагается на границе твердого и пластичного состояний.

Число пластичности (J_P) – разность значений влажности грунта при верхнем (W_L) и нижнем (W_P) пределах пластичности.

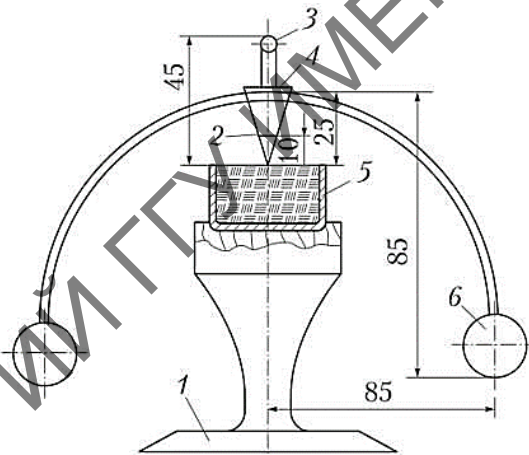
По числу пластичности выделяются типы пылевато-глинистых нецементированных грунтов (ГОСТ 25100-2011):

- супеси $1 < J_P \leq 7$;
- суглинки $7 < J_P \leq 17$;
- глины $J_P > 17$.

На основе числа пластичности также рассчитывают предполагаемую деформацию грунта под нагрузками.

Верхний и нижний предел пластичности определяют экспериментально по влажности на границе раскатывания и текучести. Затем по полученным данным вычисляют число пластичности.

Для определения границы текучести необходимо определенное оборудование: стандартный балансирный конус (рисунок 1); весы; шпатель; чашка; два бюкса; грунт; сушильный шкаф; эксикатор.



- 1 – подставка; 2 – метка; 3 – рукоятка;
4 – полированный металлический конус с углом при вершине 30 и высотой 25 мм;
5 – стаканчик; 6 – металлические шары балансирующего устройства

Рисунок 1 – Балансирный конус Васильева на подставке

Для определения границы пластичности – весы; чашка; шпатель; сушильный шкаф; эксикатор; два бюкса; стеклянные пластинки; грунт.

Проведение испытаний определения границы текучести *методом балансирного конуса*:

1 Грунтовый образец объемом около 50 см^3 при природной влажности размягчить шпателем, а затем протереть или просеять сквозь сито с отверстиями 0,5 мм.

2 Преобразованный грунт перенести в чашу и увлажнить дистиллированной водой до состояния густого теста. Затем чашу с грунтом закрыть крышкой или поместить в эксикатор, на дно которого налита вода, и оставить в таком состоянии на 24 ч.

3 Грунт перемешать шпателем и заполнить им металлический стаканчик.

4 Взять конус Васильева, смазать конус слоем вазелина, поднести к поверхности грунтовой пасты, дать ему свободно в течении 5 секунд погружаться в грунтовое тело под воздействием собственного веса.

5 Если за 5 секунд конус погрузится в грунтовое тело на глубину 10 мм, верхний предел пластичности считается найденным.

6 Опускание конуса в грунтовое тело за 5 с на глубину меньше 10 мм показывает, что влажность теста не достигла нужного предела.

7 В случае погружения конуса в течение 5 с на глубину более 10 мм грунтовую пасту из стаканчика перекалывают в чашу, подсушивают на воздухе, при этом помешивают шпателем и повторяют вышеуказанные операции;

8 Когда влажность верхнего предела пластичности найдена, тогда необходимо из стаканчика в бюкс взять пробу грунта массой до 20 г на влажность. Результаты опыта обязательно занести в журнал [1].

В соответствии с вышеуказанными этапами определим пластичность у 3 образцов грунтов: сожская морена, каолиновая глина и фосфогипс. Результаты расчетов представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Журнал определения нижнего и верхнего пределов пластичности грунта (сожская морена)

| Номер бюксов | Масса бюкса m , г | Масса бюкса с грунтом | | Влажность верхнего предела пластичности W_L , % | Число пластичности J_p |
|--------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---|--------------------------|
| | | влажным m_1 , г | высушенным m_0 , г | | |
| 177 | 21,26 | 37,06 | 34,18 | 22,29 | 7,83 |
| 147 | 21,50 | 37,38 | 34,50 | 22,17 | |
| Номер бюксов | Масса бюкса m , г | Масса бюкса с грунтом | | Влажность нижнего предела пластичности W_p , % | |
| | | влажным m_1 , г | высушенным m_0 , г | | |
| 077 | 20,68 | 31,78 | 30,38 | 14,4 | |

Таблица 2 – Журнал определения нижнего и верхнего пределов пластичности грунта (каолиновая глина)

| Номер бюксов | Масса бюкса m , г | Масса бюкса с грунтом | | Влажность верхнего предела пластичности W_L , % | Число пластичности J_p |
|--------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---|--------------------------|
| | | влажным m_1 , г | высушенным m_0 , г | | |
| 23 | 20,34 | 40,30 | 34,84 | 37,65 | 8,41 |
| 07 | 21,28 | 41,29 | 34,84 | 37,05 | |
| Номер бюксов | Масса бюкса m , г | Масса бюкса с грунтом | | Влажность нижнего предела пластичности W_p , % | |
| | | влажным m_1 , г | высушенным m_0 , г | | |
| 21 | 22,16 | 37,04 | 33,70 | 28,94 | |

Таблица 3 – Журнал определения нижнего и верхнего пределов пластичности грунта (фосфогипс)

| Номер бюксов | Масса бюкса m , г | Масса бюкса с грунтом | | Влажность верхнего предела пластичности W_L , % | Число пластичности J_p |
|--------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---|--------------------------|
| | | влажным m_1 , г | высушенным m_0 , г | | |
| 30 | 22,10 | 42,08 | 34,02 | 67,61 | 17,295 |
| 17 | 21,22 | 41,18 | 33,26 | 65,78 | |
| Номер бюксов | Масса бюкса m , г | Масса бюкса с грунтом | | Влажность нижнего предела пластичности W_p , % | |
| | | влажным m_1 , г | высушенным m_0 , г | | |
| 29 | 21,94 | 34,52 | 30,36 | 49,40 | |

По показаниям числа пластичности, на основании ГОСТ 25100-2011, грунты можно охарактеризовать следующим образом:

Сожская морена – легкий суглинок;

Каолиновая глина – легкий суглинок;

Фосфогипс – глина.

Пластичность зависит от ряда характеристик.

1 *Гранулометрического состава*. Площадь поверхности мелких глинистых частиц большая, что позволяет конденсироваться на их поверхности большему количеству разнообразной воды.

2 *Молекулярного состава*. Пластичность падает при возрастании в грунте трехвалентных ионов (алюминия) и увеличивается при появлении одно- и двухвалентных (лития, калия, натрия).

3 *Состава воды*. Чем больше в воде соли, тем меньше пластичность грунта при определенных параметрах влажности.

4 *Минерального состава*. Глины на основе монтмориллонита обладают большей пластичностью, чем на основе каолинита.

Пластические свойства проявляются, когда в грунте преобладает капиллярная и осмотическая влаги. Такая вода накапливается в порах грунта и внутри его зерен.

Существуют две главные теории, которые объясняют процесс возникновения пластичности: коллоидная и гидратная.

Коллоидная – в глинистых грунтах всегда присутствуют коллоиды – мелкие твердые частицы, распределенные в жидкости. Коллоиды выступают своеобразной смазывающей жидкостью, которая позволяет грунту деформироваться без потери связности.

Гидратная – согласно этой теории, пластичность обеспечивает тонкая прослойка воды между глинистыми частицами. Она связывает между собой элементы грунта, но при этом они могут перемещаться относительно друг друга.

Обе теории являются дополнениями друг друга. Пластичность обеспечивается как коллоидами, так и водными прослойками.

При снижении влажности связь между частицами начинает ослабевать, что способствует тому, что грунт твердеет или начинает распадаться на куски. Повышение влажности приводит к появлению большого количества свободной воды. Глинистый грунт в таком случае переходит в текучее состояние (превращается в эмульсию) [2].

Научная статья подготовлена в рамках договора АМ23-21 «Особенности формирования и трансформации экологических функций техногенных грунтов на территории Беларуси».

Литература

1 Грунтоведение : практикум / В. Л. Моляренко [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – 90 с.

2 Физические свойства глинистых грунтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-165-vozvedenie-podzemnoy-chasti/8.htm>. – Дата доступа: 15.04.2023.

УДК 622.276.63

А. В. Пикас

СОЛЯНО-КИСЛОТНЫЕ ОБРАБОТКИ СКВАЖИН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

В данной статье рассмотрены методы применения соляно-кислотных обработок призабойной зоны пласта для увеличения нефтеотдачи. Описаны их основные виды, принцип действия, условия и ряд технологических аспектов применения. Статья может быть полезна студентам и преподавателям нефтегазовых и геологических специальностей, а также научным работникам и прочим лицам, интересующимся нефтегазовым делом.

В настоящее время актуальной проблемой является истощение минерально-сырьевых ресурсов и, в частности, нефти. Для увеличения ее добычи используются методы повышения нефтеотдачи пластов. Они сильно различаются между собой. Химические методы являются одной из их разновидностей и включают в себя соляно-кислотные обработки.

Соляно-кислотная обработка (СКО) представляет собой обработку забоя скважины соляной кислотой. Этот метод применяется в карбонатных коллекторах, так как соляная кислота активно реагирует с карбонатными породами и не образует нерастворимых солей, которые бы загрязняли призабойную зону пласта (ПЗП) и требовали извлечения. СКО применяется в добывающих и в нагнетательных скважинах для отчистки ПЗП от различных загрязнений и для увеличения проницаемости пород за счет расширения трещин, пор, каналов и каверн, что улучшает коллекторские свойства пласта. СКО увеличивает дебит добывающих и приемистость нагнетательных скважин. Существует несколько различающихся между собой видов СКО.

1 Кислотные ванны. Данный метод представляет собой закачку в скважину соляной кислоты без последующего продавливания ее в пласт. Он предназначен для отчистки поверхности забоя и стенок скважин от различных загрязнений в число которых входят цементная или глинистая корка, отложение смолистых веществ и парафина, отложение продуктов коррозии, кальциевые отложения. Также применяется для освобождения прихваченного подземного оборудования [1].

Перед проведением кислотной ванны необходимо произвести промывку скважины, таким образом отчистив ее от песка, парафина и продуктов коррозии. Затем к