

ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ФАКТОРЫ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ВЛАГОПЕРЕНОСА В ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТАХ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Е.А.Федяева, В.А.Королев

Термовлагоперенос – процесс переноса влаги в грунтах под действием температурного градиента ($\text{grad } T$) – осуществляется как в естественных условиях, так и при искусственном тепловом воздействии на грунты, и ведет к перераспределению влаги за счет $\text{grad } T$ от более нагретой области к более холодной, что существенно меняет свойства грунтов. Поэтому прогнозирование этих изменений имеет важное практическое значение. Слабая изученность вышеназванного процесса в природных грунтах привела к необходимости поставить в качестве *цели* данной работы изучение закономерностей неизомермического влагопереноса в различных дисперсных грунтах и факторов, на него влияющих.

Особенности термовлагопереноса в конкретном грунте характеризуются его основными параметрами – коэффициентами влагопереноса (D_w) и термопереноса (D_T), а также интегральные характеристики эффективности термопереноса влаги (скорость перераспределения влаги (V), максимальный поток влаги (q_{wT}), перепад влажностей $(\Delta W)_{\text{хг}}$ и доля перераспределившейся влаги Σ_{wT}), позволяющие выявить особенности поведения различных влажных пористых сред в температурном поле [1].

В качестве объектов исследования были выбраны 8 образцов песков разного гранулометрического состава (от гравелистого до пылеватого) и пылевато-глинистый грунт – лёсс. При этом анализируемые пески различались по структурным особенностям, гранулометрическому составу, отсортированности и т.п.

Образцы грунтов изучались в нарушенном сложении, в которых определялись параметры термовлагопереноса по ранее разработанной методике [3]. Для анализа полученных параметров термовлагопереноса использовалась треугольная диаграмма фазового состава, суть которой заключается в том, что разные грунты характеризуются различным возможным количественным содержанием составляющих их твердой, жидкой и газообразной фаз, соотношение между которыми в данном грунте может меняться в зависимости от разных условий, плотности сложения, влажности и т.п. [2]. Каждому из изученных грунтов на фазовых диаграммах соответствует своя специфическая область возможных вариаций соотношения различных фаз грунта. В целом, форма таких областей у разных изученных грунтов схожа, а некоторые различия зависят в основном от их гранулометрического состава [4].

В результате проведенного исследования по изучению влияния различных факторов на параметры термовлагопереноса песчаных и лессовых грунтов можно сделать следующие выводы:

1. Расположение на фазовых диаграммах значений коэффициента D_w для всех изученных грунтов носит четкий центрально-симметричный характер с максимальными значениями этого параметра в центре области возможного изменения их фазового состава. Некоторое соответствие формы изолиний D_w форме этой области объясняет "сдвиг" максимальных значений этого параметра в сторону уменьшения плотности сложения от гравелистого к пылеватому песку и далее к лёссу. Наиболее благоприятные условия для изотермической влагопроводности за счет диффузии влаги создаются в неотсортированном песке средней крупности, с повышением и понижением дисперсности значения коэффициента D_w снижаются.

2. Коэффициент D_T более "чувствителен" к изменениям дисперсности и отсортированности, чем коэффициент D_w . Так, для мелких и пылеватого песков, а также лесса, наблюдается некоторый сдвиг "ядра" наибольших значений этого параметра в область меньших значений влажности. Наибольшее значение D_T присуще крупному отсортированному песку. У хорошо же отсортированных среднезернистого и мелкого песков этот параметр заметно меньше, чем у аналогичных по крупности неотсортированных песков. Наименьшие значения коэффициента D_T получены для гравелистого неотсортированного и мелкого отсортированного песков.

3. Расположение на треугольной диаграмме значений параметров термовлагопереноса, меняющихся во времени (q_{wT} , V , $(\Delta W)_{xT}$ и Σ_{wT}), зависит от дисперсности грунта и значений влажности капиллярной влагоемкости. В целом, области максимальных значений этих параметров у песков с $W_c < 15\%$ (наименее дисперсных) располагаются в зоне $S_r > 0,25$, а для песков с $W_c > 20\%$ (мелких и пылеватых) характерно смещение областей значений скорости вниз в зону $S_r < 0,25$, у лесса же максимальные величины отмечаются при большей влажности, но меньшей плотности.

4. Значения скорости перераспределения влаги (V) и максимального потока влаги q_{wT} в первые часы от начала опыта у неоднородных по грансоставу грунтов увеличиваются с увеличением дисперсности. У однородных по грансоставу песков установлена обратная закономерность. Изменение значений q_{wT} во времени зависит уже от скорости затухания процесса термовлагопереноса: быстрое его затухание означает уменьшение со временем величин значений потока, медленное – увеличение. В результате, к концу опыта максимальные значения потока q_{wT} увеличиваются с

увеличением дисперсности, причем максимальные значения q_{WT} у более отсортированных песков всегда больше, чем у неотсортированных. У лесса значения потока q_{WT} несколько меньше, чем у пылеватого песка, но значительно больше, чем у остальных песков.

6. Анализ влияния состава и величины капиллярной влагоемкости W_c на диапазон перепад влажности $(\Delta W)_{xT}$ показал, что в целом максимальные значения $(\Delta W)_{xT}$ растут с увеличением дисперсности грунта независимо от времени с начала опыта.

7. В отличие от прочих параметров максимальные значения Σ_{WT} у песков с $W_c < 15\%$ смещаются на диаграмме в область пониженной весовой влажности. Со временем значения Σ_{WT} для этих песков не только увеличиваются, но и выделяются отдельные зоны, наиболее благоприятные для процесса термовлагопереноса. В зависимости от дисперсности грунта максимальные значения Σ_{WT} повышаются в ряду песков: гравелистый < крупный однородный < крупный неоднородный < среднезернистый неоднородный < среднезернистый однородный < мелкий однородный < мелкий неоднородный. Далее, к пылеватому песку, а затем к лессу, значения Σ_{WT} несколько понижаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глобус А. М. Физика неизотермического внутрипочвенного влагообмена. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. 279 с.
2. Королев В. А. Термодинамика грунтов. - М., Изд-во МГУ, 1997. 167 с.
3. Королев В.А., Федяева Е.А. Влияние фазового состава на параметры термовлагопереноса песчаных грунтов. – Инженерные изыскания, 2011. № 10 с. 38-46.
4. Королев В.А., Федяева Е.А. Сравнительный анализ термовлагопереноса в дисперсных грунтах разного гранулометрического состава. – Инженерная геология, 2012. № 6. с. 18-31.