

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД И СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕННОСТИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

Введение. В почвообразующих породах делювиального и делювиально-пролювиального отложения встречается засоления грунтов (солонцеватые суглинки и глины). Именно эти почвообразующие породы, в т.ч. лессовые грунты, а также известняки, являются предметом исследования грунтов, используемых в практике дорожного строительства.

Важнейшей характеристикой при проектировании дорожных одежд являются физико-механические свойства грунтов, используемых в земляном полотне автомобильных дорог. К примеру, исследования, выполненные Матуа В.П., показали, что увеличение влажности грунта земляного полотна от 0,6 до 0,7 границы текучести, вызывает увеличение остаточных деформаций в элементах дорожных конструкций на 30%.

Результаты лабораторных и полевых исследований. Результаты исследования работы земляного полотна в условиях Азербайджанской республики показали, что засоленные грунты не представляют большой опасности для устойчивости земляного полотна дорог и могут быть использованы для его сооружения, при условии достаточного удаления их от источника увлажнения.

Распределение влажности, плотности и содержания легкорастворимых солей по глубине связано с уровнем грунтовых вод, видом грунта, высотой насыпи и типом покрытия. Для водного режима грунтов характерно увеличение относительной влажности по мере приближения к уровню грунтовых вод (рис. 1). При этом относительная плотность грунтов по глубине изменяется: на поверхности от 0,95...1,00 до 0,85...0,95 на глубине 1,20...1,40 м.

Установлено, что при удалении грунтовых вод на определенное для каждого вида грунтов расстояние от низа дорожной одежды их относительная влажность уже не зависит от расстояния. Так, для суглинистых грунтов эта величина составляет 1,8...2,0 м, для супесчаных 1,6...1,8 м, для песчаных 1,5...1,6 м, где большая величина, по-видимому, соответствует пылеватым разновидностям указанных грунтов. Коэффициент уплотнения по глубине соответственно имеет тенденцию к снижению от 0,95...1,00 на поверхности и до 0,85...0,95 на глубине 1,20...1,40 м.

Для автомобильных дорог с водонепроницаемым покрытием основным фактором, вызывающим увлажнение земляного полотна, является капиллярное увлажнение грунтовой водой, т. к. в Азербайджанской республике на равнинной части не наблюдается значительного промерзания, то зимнее влагонакопление несущественно. Проникновение влаги через откосы и

трещины в покрытии незначительно из-за малого количества выпадающих осадков.

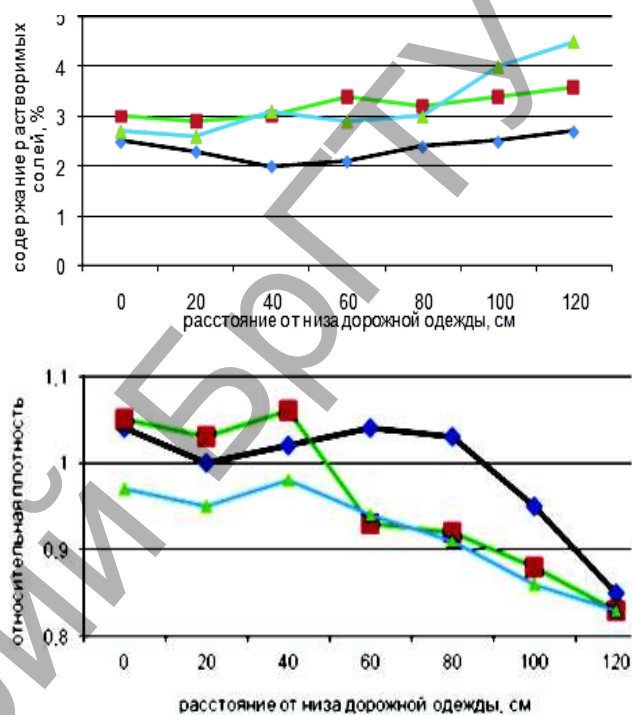


Рисунок 1. Характеристика грунтов земляного полотна в условиях близкого залегания грунтовых вод (дороги с асфальтобетонным покрытием на опытных участках автомобильных дорог)

Для установления расчетной влажности грунта земляного полотна можно использовать следующую формулу:

$$W_p = W_{cp} (1 + t \cdot C_v), \quad (1)$$

где W_p — расчетная влажность; W_{cp} — среднее значение влажности за многолетний период; t — отклонение от середины ординаты кривой обеспеченности; C_v — коэффициент вариации.

Получив при обработке результатов зависимости $E_y = f(W_{отн})$ и проанализировав их, получили, что ошибка в определении влажности, с целью установления значения модуля упругости, не должна превышать величины, приведенной в табл. 1

При относительной влажности земляного полотна, равной (0,6...0,8) WL, предельная относительная ошибка составляет 5...10%. Это свидетельствует о возможности использования полученных значений влажности земляного полотна в качестве расчетных для автомобильных дорог III, тем более IV технических категорий, где значения расчетной влажности превышают данные исследований на 5...8%.

Ахмедов Кахраман Мамедали оглы, к. т. н., директор группы реализации проектов магистральных автомобильных дорог ОАО «Азербайолсервис»

Республика Азербайджан, AZ1010, г. Баку, ул. Узеира Гаджибекова 72/4.

Яромко Вячеслав Николаевич, д. т. н., профессор, главный научный сотрудник государственного предприятия «БелдорНИИ»

Таблица 1. Допускаемая относительная ошибка при определении влажности грунта

Влажность грунта	0,4 W _L	0,6 W _L	0,8 W _L	1,0 W _L	1,2 W _L
Значения допускаемой относительной ошибки, %	2 - 3	5 - 6	9 - 10	14 - 15	18 - 20

В этой связи большое значение имеют мероприятия, направленные на осушение верхней части земляного полотна, а именно - понижение уровня грунтовых вод, увеличение высоты насыпи, устройство капилляров прерывающих прослоек и улучшение поверхностного водоотвода. Это приводит к повышению модуля упругости грунтового основания, ее устойчивости и снижению толщины дорожной одежды.

Степень засоления изменяется по глубине земляного полотна незначительно. На опытных участках автомобильных дорог с глубоко расположенными грунтовыми водами (1,6...2,0 м) изменение относительной влажности более плавное: от 20...40% под низом дорожной одежды до 80% на глубине 1,40 м. Содержание легкорастворимых солей (хлоридных и хлоридно-сульфатных) изменялось в пределах 2...6%.

Кроме того, устанавливается определенная взаимосвязь между влажностью и содержанием солей. С повышением влажности на том или ином горизонте наблюдается увеличение содержания солей.

Анализ данных метеостанций, находящихся в районе исследований, по температуре, влажности и дефициту влажности воздуха, количеству осадков, температуре почвы за многолетний период с применением методов теории вероятности, показывает, что средние данные за март-апрель месяцы в период обследований характеризуются обеспеченностью примерно 11%.

Зависимость между модулем упругости земляного полотна и расстоянием от уровня грунтовых вод приведена на рис. 2.

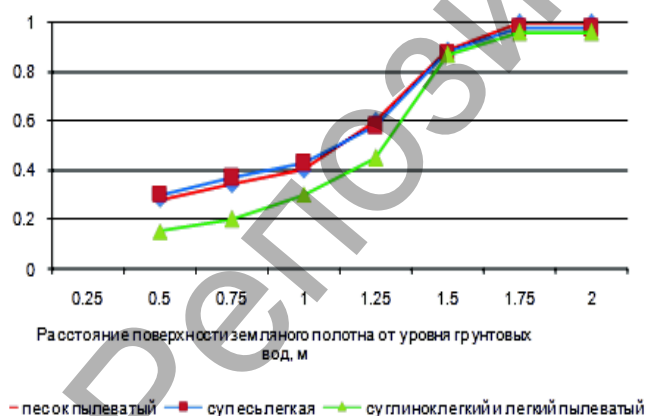


Рисунок 2. Зависимость модуля упругости на поверхности земляного полотна (в долях от максимальной величины) от расстояния поверхности земляного полотна до уровня грунтовых вод

Эти зависимости показывают, что при возвышении низа дорожной одежды над уровнем грунтовых вод на 1,6...2,0 м модуль упругости уже не зависит от величины возвышения. Подобная закономерность имеет место и для зависимости показателей других

механических характеристик: сопротивляемости сдвигу (с, φ) грунтов земляного полотна от расстояния до уровня грунтовых вод.

Влияние относительной влажности на модуль упругости на примере грунтов, легких и легких пылеватых суглинков, иллюстрируется рис. 3, которое показывает сходимость с результатами экспериментов СоюздорНИИ и КаздорНИИ.

На основе проведенных исследований в Азербайджанской республике можно сделать следующие выводы: учитывая влияние влажности на прочностные и упругие характеристики грунтов, необходимо проводить мероприятия, направленные на осушение земляного полотна путем применения различных конструктивных решений. Такими решениями могут быть:

- увеличение высоты насыпи земляного полотна;
- понижение уровня грунтовых вод;
- устройство капилляропрерывающих прослоек;
- улучшение водоотвода.

Выбор мероприятий должен проводиться на основе технико-экономического сравнения рассматриваемых вариантов решений.

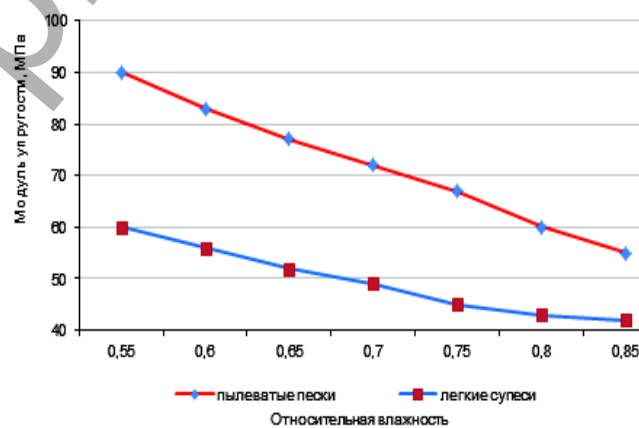


Рисунок 3. Зависимость модуля упругости грунта земляного полотна от его влажности (грунты легкие и легкие пылеватые суглинки)

Если по тем или иным причинам возвышение низа дорожной одежды будет менее 1,6 м, при расчете дорожных одежд величину модуля упругости, сцепление и угол внутреннего трения грунта земляного полотна следует уменьшать в соответствии с зависимостями:

$$E_y = mE_y^{max}, C = mC^{max}, tg \phi = mtg \phi^{max}, \quad (3)$$

где E_y^{max} , C^{max} , $tg \phi^{max}$ — характеристики при возвышении поверхности земляного полотна на расчетный уровень грунтовых вод не менее 1,6 м; m — коэффициент.

На графиках рис. 4 и рис. 5 представлены зависимости сцепления и угла внутреннего трения от расстояния уровня грунтовых вод до верха земляного полотна.

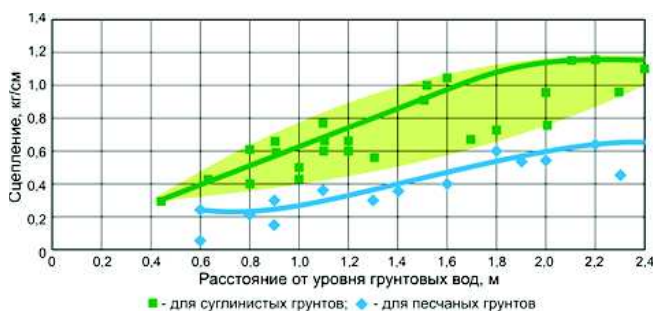


Рисунок 4. Зависимость сцепления от расстояния уровня грунтовых вод до верха земляного полотна

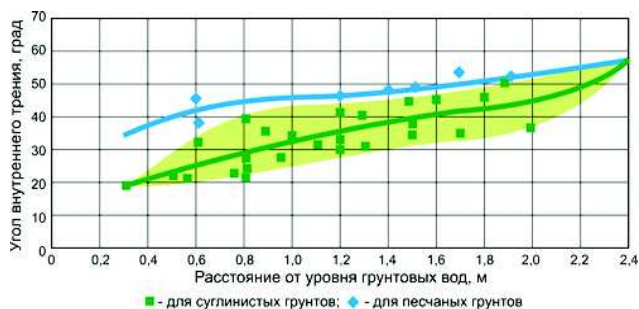


Рисунок 5. Зависимость угла внутреннего трения от расстояния уровня грунтовых вод до верха земляного полотна

Учитывая, что влажность земляного полотна при прочих равных условиях зависит от климатических факторов районов исследования в Азербайджанской Республике, можно считать, что полученные данные могут быть использованы как расчетные для дорог, у которых срок между капитальными ремонтами не превышает 10 лет.

Как показывают результаты испытаний на прямой сдвиг, грунты мокрых солончаков характеризуются весьма малым сопротивлением сдвигу в связи с их значительным увлажнением. Глинистые грунты имеют в июле месяце сцепление $C = 0,025$ МПа на глубине 0,30 м, $C = 0,017$ МПа на глубине 0,60 м и практически полное отсутствие сцепления на глубине 0,90 м. Коэффициент внутреннего трения составляет 0,15...0,18 ($\varphi = 8,5\%$). Суглинистые грунты также имеют низкие величины сцепления — 0,010...0,302 МПа, но большие коэффициенты внутреннего трения 0,25...0,45 ($\varphi = 14...24^\circ$).

Таким образом, на основании обобщения данных исследований, проведенных в условиях региона и близких к нему регионов, в частности, прилегающей территории Каспийского моря с территории Казахстана, можно сделать вывод о том, что:

- 1) модуль упругости меняется от 40 до 100 МПа в зависимости от расстояния до уровня грунтовых вод;
- 2) для получения максимального значения модуля упругости E необходимо обеспечить минимальное воз-

вышение низа дорожной одежды над уровнем грунтовых вод не менее 1,6 м.

В процессе исследования грунтов земляного полотна установлено, что при всех его типах поперечных профилей (насыпи, выемки, нулевые места и полунасыпях-полувыемках) слой грунта толщиной 20...30 см непосредственно под дорожной одеждой в большинстве случаев имеет коэффициент уплотнения близкий к 0,92...0,95, что соответствует данным других исследователей, которые проводили опыты ранее в условиях региона.

При этом наблюдается, что верхние слои грунтов земляного полотна имеют повышенные значения деформативных и прочностных показателей, по сравнению с нижними слоями.

Наблюдения за опытными участками показали, что часто встречающиеся засоленные грунты с содержанием солей до 7,0% и выше не оказывают вредного воздействия на прочность и устойчивость земляного полотна при наличии водонепроницаемых покрытий. На автомобильных дорогах, не имеющих асфальтобетонного покрытия или покрытия из битумосодержащих материалов, содержание засоленных грунтов в земляном полотне существенно влияет на состояние дороги, резко ухудшая ее транспортно-эксплуатационные показатели. При этом необходимо добиваться коэффициента уплотнения, особенно нижней подтапливаемой части насыпи и верхних слоев земляного полотна не менее 0,96...0,98.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каримов, Б.Б. Автомобильные дороги Содружества Независимых Государств, Состояние, проблемы, перспективы, управление, финансирование, безопасность, экология) / Б.Б. Каримов, Е.К. Салимбаев – М.: Интрансдорнаука, 2006. – 264 с.
2. Ахмедов, К.М. Конструирование дорожных одежд с учетом природно-климатических условий Азербайджана / К.М. Ахмедов // Дороги Содружества Независимых Государств – 2012. – №05.
3. ВСН 41-88. Региональные и отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд и покрытий. Утверждены Минавтодором РСФСР 03.06.88. – М., 1999.
4. Ахмедов, К.М. Современные конструкции дорожных одежд (для условий Азербайджана) / К.М. Ахмедов. – М.: МПК, 2012. – 288 с.
5. Ахмедов, К.М. Изучение особенностей применения местных грунтов для возведения земляного полотна в условиях Азербайджанской Республики // Наука и техника в дорожной отрасли. – М., 2013.

Материал поступил в редакцию 13.01.17

АНМАДОВ К. М., JAREMKO V. N. A study of the influence of groundwater level and the degree of salinity on physico-mechanical properties of soils

Studied the moisture content and legkorastvorimah salts in soils, depending on their location relative to the groundwater level. The dependences of elastic modulus, adhesion and angle of internal friction of the distance of the surface of the subgrade from groundwater level. The results of the research confirm that the content of saline soil subgrade pose no danger to its stability and can be used in the construction of roads.