

УДК 625.711.84:625.731(252.6)

А. И. Драчиловский, аспирант (БГТУ)

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАСЫПЕЙ
С ГРУНТОВЫМИ ОСНОВАНИЯМИ**

В статье рассматриваются вопросы об изучении взаимодействия насыпей с основаниями, отсыпаемых на слабых грунтах. Разработаны и предложены новые способы устройства прослоек, позволяющих разделить насыпь и основание.

The article discusses issues on the interaction between mounds with bases, pour on weak grounds. Developed and offered new ways of device layers, allowing separate embankment and foundation.

Введение. Автомобильная дорога – сложное инженерное сооружение. Актуальными вопросами являются проектирование и строительство дорог на слабых, главным образом торфяных основаниях, характеризующихся низкой несущей способностью. Для эффективного использования данных оснований необходимо иметь теоретическое обоснование.

Основная часть. Автомобильные дороги играют важную роль при перевозке различных грузов, в том числе и лесных. Доступность лесного ресурса зависит от наличия, протяженности и состояния дорог, проходящих по территории лесного комплекса. Протяженность дорог, проходящих по территории лесного фонда Министерства лесного хозяйства, составляет 144 298 км. Из них общего пользования – 33 986 км, не общего пользования – 110 312 км, в том числе: лесохозяйственные – 28 440 км, естественные лесные – 81 872 км. Из общей протяженности дорог, кроме дорог республиканского и местного значения, в удовлетворительном состоянии находится только 3989 км [1].

В конструкциях дорог, эксплуатируемых на заболоченных участках местности, не до конца исследованы процессы распределения нагрузок, которые передаются от подвижного состава и веса самой дорожной конструкции. По этой причине необходимо изучить вопросы равномерности передачи напряжений от динамических и статических нагрузок, передаваемых на слабое грунтовое основание.

Основание насыпи считается слабым, если активная зона состоит из слабых грунтов, которые имеют мощность свыше 0,5 м. В свою очередь слабые основания классифицируются на различные по устойчивости типы. Этот показатель определяется их свойствами и состоянием.

Таким образом, перед началом возведения сооружений, а также перед строительством дорог необходимо проводить исследования грунта, определить слабые основания. Данные исследования должны быть направлены на выявление схемы расположения пластов грунта, а также их мощности, в том числе толщины слоев, механических и физических свойств. Нема-

ловажным фактом для строительства является и расположение грунтовых вод.

Вопрос воздействия статических нагрузок насыпей, возводимых на слабых грунтах, а также передачи и перераспределения нагрузок от подвижного состава на нижележащие слои дорожной конструкции и слабые основания достаточно многогранен и требует своего научного обоснования.

В этой связи прежде всего необходимо изучить природу взаимодействия отсыпаемых насыпей со слабыми грунтовыми основаниями, чтобы выработать научные основы повышения несущей способности таких грунтовых оснований при различных вариантах их упрочнения.

В большинстве случаев слабым основанием являются торф и торфяные грунты.

Торф представляет собой скопление растений, подвергшихся неполному разложению в условиях избыточного увлажнения при затруднительном доступе воздуха.

Механические свойства торфа как основания дорожных покрытий определяются степенью его разложения, влажностью и другими физическими свойствами.

Торф под нагрузкой работает на сжатие и срез по периметру опорной поверхности, передающей нагрузку на торфяное основание [2].

Зависимость между осадкой торфа u и внешней удельной нагрузкой p имеет криволинейное очертание, как это показано на рис. 1. До известного предела существует пропорциональность между ростом удельной нагрузки и увеличением осадки (до точки a). Этот предел называется пределом пропорциональности торфа. До предела пропорциональности происходит уплотнение торфа. За этим пределом деформации растут быстрее, чем удельная нагрузка, что графически выражается кривой, постепенно приближающейся к вертикали. Такая криволинейная зависимость объясняется образованием в торфе сдвигов. При дальнейшем увеличении нагрузки наступает предел, когда деформация начинает расти без дальнейшего увеличения нагрузки (точка b). Этот предел удельной нагрузки называется несущей способностью торфа.

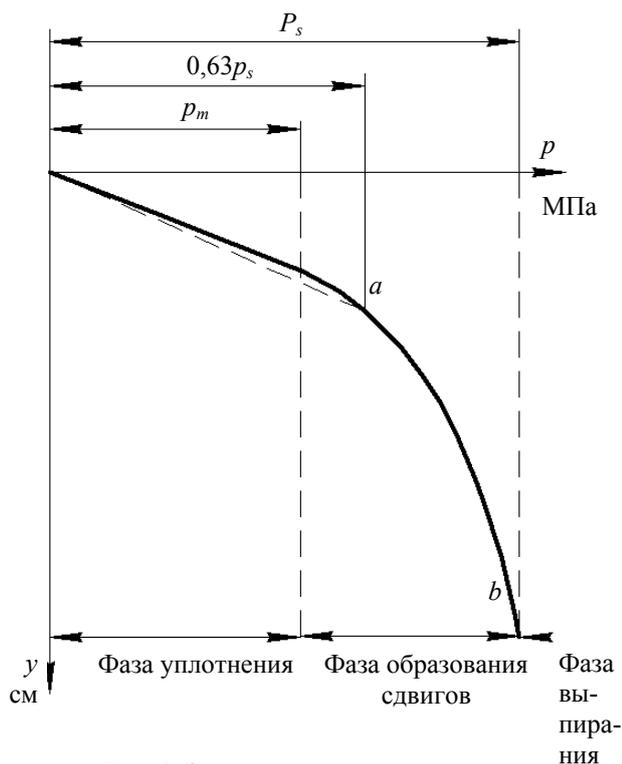


Рис. 1. Зависимость между удельной нагрузкой и осадкой торфа

Несущую способность торфа можно определить как нагрузку на штамп при его осадке по формуле

$$P = A_0 \cdot S + B_0 \cdot \Pi, \quad (1)$$

где A_0 – удельное сопротивление торфа сжатию, МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$); S – площадь штампа, см^2 ; B_0 – удельное сопротивление торфа срезу, МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$); Π – периметр штампа, см.

Разделив обе части уравнения на S , получим величину несущей способности торфа:

$$p_s = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S}. \quad (2)$$

Кроме параметров A_0 и B_0 , работа торфа под нагрузкой определяется еще одним параметром – коэффициентом k (см), характеризующим сжимаемость торфа. Он численно равен осадке торфа при удельной нагрузке $p = \left(1 - \frac{1}{e}\right) p_s \approx 0,63 p_s$ (e – основание натуральных логарифмов).

A_0 , B_0 и k не зависят от размеров штампов и являются константами, определяющими механические свойства данной торфяной залежи.

В случае, когда насыпь устраивают на грунтовых основаниях с достаточно высокими механическими характеристиками, слагающие ее частицы, находящиеся на границе контакта с основанием, незначительно погружаются в поверхностный слой последнего.

То есть не происходит перемешивания или существенного погружения насыпного грунта в толщу грунтового основания, а следовательно, отсутствует необходимость применения различного вида прослоек для разделения насыпи и основания.

С уменьшением несущей способности оснований, в частности при отсыпке насыпей на торфяных основаниях, можно наблюдать картину хаотичного перераспределения грунтовых масс насыпи и основания на границе их взаимодействия (рис. 2). Это является результатом того, что в момент отсыпки и уплотнения грунта насыпи происходит его просадка в слабое основание. В результате чего по площади взаимного контакта перемешиваются частицы насыпи и основания с образованием различного рода криволинейных зигзагообразных участков.

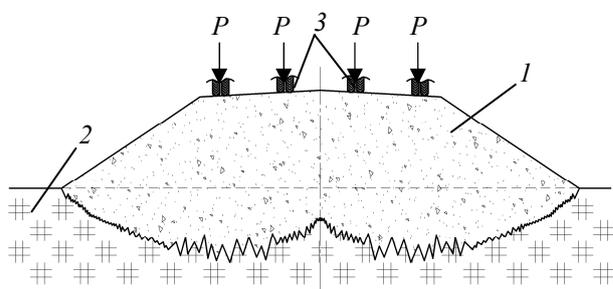


Рис. 2. Хаотичное перераспределение грунтовых масс насыпи и основания:

1 – насыпь; 2 – торфяное основание;
3 – колесная нагрузка

Избежать проникновения грунта насыпи в торфяное основание можно путем введения на их границе различного рода разделяющих прослоек из геотекстильных и других материалов (рис. 3).

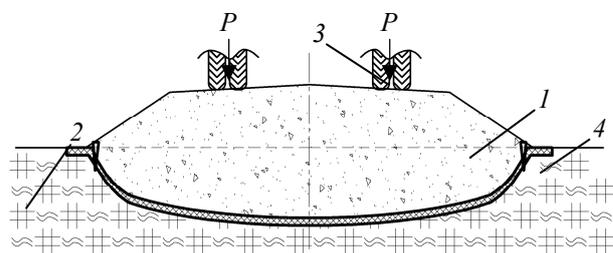


Рис. 3. Введение разделяющей прослойки:

1 – насыпь; 2 – заболоченное торфяное основание;
3 – колесная нагрузка; 4 – геосинтетическая прослойка

При возведении насыпей на заболоченных торфяных основаниях первые проседают на большую глубину даже при наличии разделяющей прослойки с низкой степенью растяжения. Наиболее эффективное взаимодействие

будет достигаться, когда нагрузка от насыпи к основанию передается по линиям сжимающих напряжений (рис. 4). И в этих двух случаях важно, чтобы линии прогиба совпали с линиями равных напряжений [3].

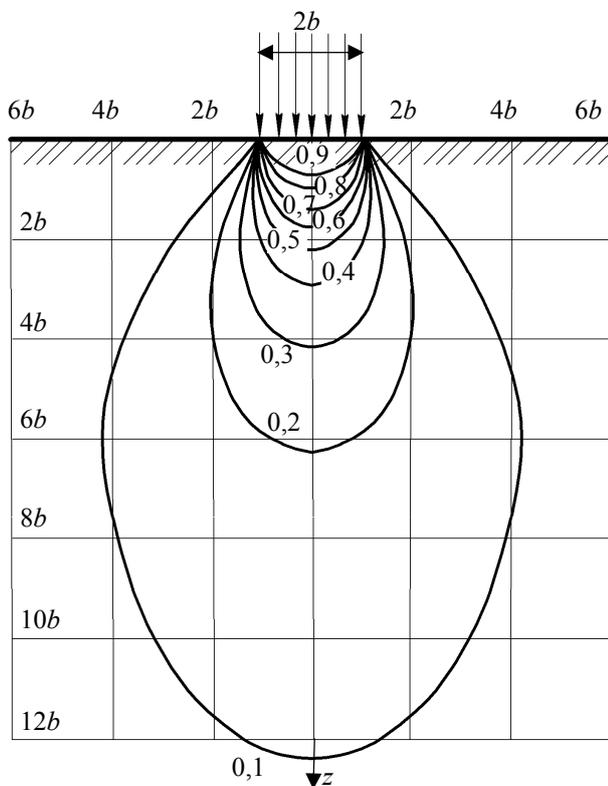


Рис. 4. Распределение вертикальных нормальных напряжений в грунтах от нагрузки

Существенное влияние на кривизну линий нормальных напряжений на границе конструктивных слоев насыпи земляного полотна и основания будет оказывать то, какие грунты залегают в основании. В частности, чем слабее основание, тем более крутая кривизна линий нормальных напряжений.

Кроме этого, жесткость подстилающего слоя возможно повышать за счет дополнительного введения поперечных деревянных элементов, которые вместе с разделяющей прослойкой образуют настил, армируя слабое основание.

Для расчета отпора (реакции) грунта снизу (рис. 5) используем гипотезу коэффициента постели [4]:

$$p(x) = k \cdot y(x), \quad (3)$$

где k – коэффициент постели (грунт рассматривается как система опирающихся на жесткое горизонтальное основание и не связанных между собой пружин, сжатие которых возрастает прямо пропорционально приложенной нагрузке.

Коэффициент пропорциональности между нагрузкой и деформацией называется коэффициентом постели); $y(x)$ – прогиб нити.

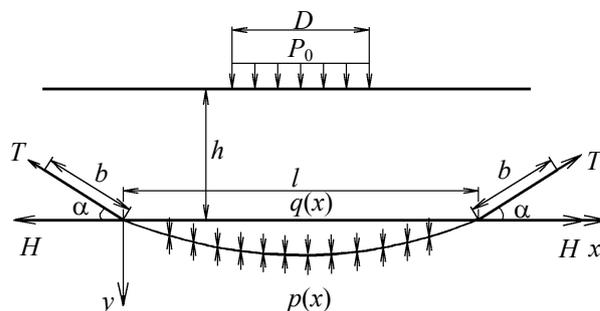


Рис. 5. Расчетная схема:

h – глубина заложения геотекстиля; l – величина горизонтальной проекции изогнутой части геотекстиля; $q(x)$ – давление, воспринимаемое прослойкой с учетом внешней нагрузки P_0

Таким образом, сопротивление грунта развивается только непосредственно под нагрузкой и в этом сопротивлении не участвует грунт, расположенный сбоку, который не испытывает осадки.

Основным недостатком данной модели является то, что поверхность грунта, как показывают эксперименты, оседает не только непосредственно под зоной действия нагрузки, но и вокруг нее.

Закключение. Таким образом, высказанные предположения могут являться теоретическими предпосылками для выполнения расчетов и установления зависимости распределения напряжений в дорожных конструкциях при воздействии динамических и статических колесных нагрузок при проектировании дорожных конструкций на слабых основаниях.

Литература

1. Состояние и использование лесов Республики Беларусь. 2010: ежегод. обзор. – Минск, 2011. – 75 с.
2. Вырко, Н. П. Определение несущей способности оснований дорог при освоении заболоченных территорий / Н. П. Вырко, М. Т. Насковец // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 1993. – Вып. 1. – С. 31–34.
3. Бабков, В. Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов: учеб. пособие для автомобильно-дорожных специальностей вузов / В. Ф. Бабков, В. М. Безрук. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 239 с.
4. Гармаза, А. К. Совершенствование конструкций автомобильных лесовозных дорог с применением геотекстилей: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / А. К. Гармаза. – Минск, 2002. – 131 л.

Поступила 21.02.2013