

СЕКЦИЯ №2

СИСТЕМНЫЕ МЕТОДЫ И ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОПУСТИМОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТОРФЯНО-БОЛОТНУЮ ПОЧВУ

Зеленовский А.А., к.э.н., доцент
Шупилов Я.М., к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск

Повышенное удельное давление на почву – одно из отрицательных качеств мощных тяжелых тракторов и самоходных с.-х. машин. Давление их движителей уплотняет почву на глубину до 1м, что приводит к снижению урожайности с.-х. культур примерно на 20%. Уплотнение почвы увеличивает также тяговое сопротивление почвообрабатывающих агрегатов, снижает их производительность на 3-5% и повышает расход топлива на 5-7%. Установлено, что в зависимости от влажности и типа почвы, условий работы допустимое давление ходовых систем с.-х. техники на почву не должно превышать 40-60 кПа, тогда как современные тракторы и прицепы создают давление до 300 кПа и выше.

Удельное давление на поверхности почвы, при котором возможно нормальная работа с.-х. техники, зависит от таких факторов как вид почвы, его влажность, плотность и др., а для одних и тех же условий – от формы, размеров и физико-механических свойств опорной поверхности. При расчетах взаимодействия ходовых систем механизмов и торфяной залежи основное значение имеет несущая способность, под которой понимают максимальное удельное давление на опорной поверхности, при котором не происходит провала машины.

В качестве расчетных обычно рассматривают две модели разрушения грунтовых оснований, предложенные К.Терцаги [1]. Первая модель, модель «общего сдвига», представляет разрушение основания, когда верхний слой грунта сдвигается по нижележащему в результате образования поверхностей скольжения под нагруженным участком. В результате на поверхности образу-

ются валы выпирания. Несущая способность в этом случае определяется методами предельного равновесия и зависит от сопротивления грунта сдвигу. Механическими параметрами модели являются угол внутреннего трения φ и сцепление c .

Вторая модель К.Терцаги отражает «местный сдвиг», когда штамп погружается глубоко в грунт, прорезая его по цилиндрической поверхности. Детальный механизм деформаций в этой модели отсутствует, а предельная нагрузка определяется по той же формуле, что при «общем сдвиге», но значение тангенса угла внутреннего трения $tg\varphi$ и сцепление c грунта уменьшаются на одну треть.

Вторая модель более точно отражает работу торфяной залежи, так как при деформациях не наблюдается заметных горизонтальных смещений торфа из-под опорной поверхности. Сжимаясь под действием нагрузки, близлежащие к нагруженной поверхности слои торфа прогибаются, а по мере ее увеличения происходит их срез по периметру опорной поверхности. Таким образом, в отличие от песка и частично глин, работающих на сжатие и выпирание, торф работает на сжатие и срез.

Для упомянутых моделей, которые базируются на использовании теории предельного равновесия грунтового массива можно определить нагрузку P_{np} , при которой основание в целом приходит в состояние предельного равновесия. Дальнейшее даже незначительное увеличение нагрузки вызывает чрезмерные осадки с деформациями сдвига. К сожалению, теория предельного равновесия не позволяет получить интересующую нас допустимую или безопасную нагрузку $P_{без}$. Она устанавливается через P_{np} путем деления ее на коэффициент запаса $K_{зан}$, больший единицы,

$$P_{без} = \frac{P_{np}}{K_{зан}}, \quad (1)$$

величину которого в данном случае невозможно обосновать не только строго теоретически, но и логическими соображениями и может быть установ-

лена только эмпирическим путем [2]. Поэтому для таких условий значение строгости решения задачи предельного равновесия становится менее значимым.

В этой связи более обоснованным, с нашей точки зрения, является направление в оценке устойчивости торфяной залежи, базирующееся на анализе напряженного состояния залежи и установлении непосредственно безопасного (или допустимого) напряженного состояния и отвечающей ему величины внешней нагрузки.

Как известно, оценка допустимых давлений на расчетные слои основания и их деформаций проводится на основании анализа напряженного состояния оснований. Возможность применения методов теории упругости при решении вопросов распределения напряжений в минеральных грунтах для большинства исследователей не вызывает сомнений. Некоторые опыты по установлению характера распределения напряжений в торфяной залежи, используемой в качестве оснований сооружений, проводились П.А.Дроздом [2]. Их результаты позволили сделать вывод, что распределение напряжений в торфяной залежи, нагруженной вертикальным давлением, близко к распределению напряжений, описываемому уравнениями теории упругости.

Таким образом, безопасную нагрузку можно определить по формуле, впервые полученной Н.П.Пузыревским и Н.М.Герсевановым [3], придав ей следующий вид:

$$p_{без} = M_c c + \gamma_3 M_h h_3, \quad (2)$$

$$\text{где } M_c = \frac{\pi}{\operatorname{ctg}\varphi(\operatorname{ctg}\varphi - \frac{\pi}{2} + \varphi)}; \quad M_h = \frac{\pi}{\operatorname{ctg}\varphi - \frac{\pi}{2} + \varphi} + 1;$$

γ_3 – удельный вес торфа залежи, кН/м^3 ;

h_3 – толщина слоя торфяной залежи, считая от дневной поверхности, м.

Для случая оценки допустимых давлений, когда расчетные слои близки к дневной поверхности величина второго члена зависимости (2) мала или вообще

равна нулю, на поверхности залежи. Величина безопасной нагрузки может также существенно изменяться, прежде всего, за счет возможного подсушивания и увлажнения торфа, а также состояния поверхности торфяной залежи при ее с.-х. использовании. Так при обработке почвы и нарушении структуры может уменьшиться величину сцепления торфа до двух раз. Наличие же сеяных трав может существенно ее увеличить, так как высокое сцепление торфов обусловлено не только совместным воздействием капиллярных, молекулярных и коллоидных сил, но и так называемым «структурным сцеплением». Именно этот вид сцепления, обусловленный наличием неразложившихся растительных остатков, является наиболее устойчивым к изменению влажности. Он неодинаков по величине и зависит от травостоя, его густоты и возраста. Следует, очевидно, ожидать, что разница в величинах сцепления торфа при наличии дернины и без нее будет не меньше, чем в торфах, где она может изменяться в пределах 1,3 - 5,5 раза в зависимости от его степени разложения. Сцепление, обусловленное капиллярными и молекулярными силами, с возрастанием влажности резко падает.

С учетом упомянутых факторов может быть предложен порядок расчета устойчивости торфяной залежи, используемой под с.-х. культуры при воздействии на нее движителей техники. В общем случае она базируется на анализе распределения вертикальных сжимающих напряжений по глубине залежи при увеличении внешней нагрузки на опорную площадь машины (гусеницу или колесо) и непосредственном установлении по формуле (2) безопасного (или допустимого) напряженного состояния, отвечающего этой внешней нагрузке, т.е. должно соблюдаться условие

$$P_{без} \geq \sigma_{z \max}, \quad (3)$$

где $\sigma_{z \max}$ – максимальные вертикальные сжимающие напряжения (по оси опорной поверхности машины) для расчетного слоя в толще торфяной залежи.

Для однородной по плотности, влажности и прочностным характеристикам залежи достаточно проверки условия (3) на ее поверхности. Это касается и за-

лежи, когда верхний слой разрыхлен и параметры прочности торфа оказались меньше, чем до нарушения структуры. На лугу, где имеется слой дернины, целесообразным может оказаться проверка условия (3) на поверхности залежи с большими величинами сцепления, определяемыми состоянием дернины, и ниже этого слоя. Так как вертикальные сжимающие напряжения по оси штампа интенсивно затухают до глубин, определяемых шириной или диаметром опорной поверхности, то проверка условия (3) практически ограничивается этими глубинами.

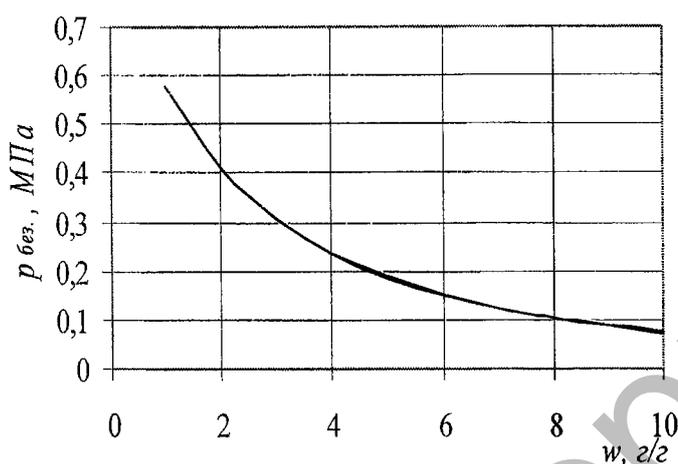


Рисунок – Зависимость безопасной нагрузки от влажности торфа

С использованием данных прочностных характеристик торфа от его влажности [4] проведен расчет безопасной или допустимой нагрузки от движителей на поверхность залежи для условий, когда торф близок к полному насыщению водой. По данным вычислений на рисунке приводится графическая зависимость безопасной нагрузки от влажности торфа.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Теоретическое обоснование несущей способности торфяной залежи и деформаций при воздействии движителей сельскохозяйственных машин, позволяет определить безопасную нагрузку и прогнозировать деформации залежи под опорными поверхностями ходовых частей машин.

2. Порядок расчета несущей способности торфяной залежи, используемой под с.-х. культуры, при воздействии на нее движителей техники базируется на анализе распределения вертикальных сжимающих напряжений по глубине залежи при увеличении внешней нагрузки на опорную площадь машины (гусени-

цу или колесо) и непосредственном установлении безопасного (или допустимого) напряженного состояния, отвечающего этой внешней нагрузке.

Литература:

1. Черкасов И.И. Механические свойства грунтов в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1976. – 248 с.
2. Дрозд П.А. Сельскохозяйственные дороги на болотах. – Мн.: Урожай, 1966. – 168 с.
3. Евгеньев И.Е., Казарновский В.Д. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах. – М.: Транспорт, 1976. – 272 с.
4. Винокуров Ф.П., Тетеркин А.Е., Питерман М.А. Строительные свойства торфяных грунтов. -Мн.: Изд-во Академия наук БССР, 1962.-284с.

КАНОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТРАСЛЕЙ

Сошникова Л.А., к.э.н, доцент, БГЭУ, г. Минск

Проведение эффективной, научно обоснованной государственной природоохранной политики в отношении хозяйствующих субъектов предполагает наличие тесной взаимосвязи между экономической и экологической составляющими их деятельности.

Целью данной работы является выявление и оценка взаимосвязи экономической и природоохранной деятельности для различных типов отраслей, представленных в межотраслевом балансе. Для характеристики экономической деятельности в работе использовались следующие переменные (*первое множество*): выпуск отрасли (X_1), доля продукции конечного использования в выпуске отрасли (X_2), доля добавленной стоимости в выпуске отрасли (X_3), доля чистых налогов на производство в выпуске отрасли (X_4), доля чистых налогов на производство в ВДС отрасли (X_5). В качестве объемов природоохранной деятельности каждой отрасли (*второе множество*) были использованы такие переменные как текущие затраты на охрану окружающей