

Автопоезд устанавливается параллельно стрелеванной пачке хлыстов. Производится захват одного или нескольких хлыстов (в зависимости от их объема и грузоподъемности манипулятора) за комли и подъем на необходимую высоту. Высота подъема в этой составляющей цикла выбирается так, чтобы хлыст, опираясь вершинной частью о землю, мог быть повернут относительно точки касания с грунтом на другую сторону автопоезда, не касаясь стоек коника роспуска. После этого производится поворот манипулятора с хлыстом до такого положения, при котором хлыст окажется поперек продольной оси автопоезда, а вершинная часть хлыста будет расположена над коником роспуска и между его стойками. В этом случае (за счет упора хлыста в землю) на манипулятор передается только часть веса хлыста и возникающие динамические нагрузки будут ниже, чем при другом способе погрузки. После поворота опускают комлевую часть хлыста, укладывают его вершинную часть на коник роспуска, а затем и сам комель на коник тягача. При достаточной квалификации оператора время одного цикла составляет 30 - 40 с, т.е. полная загрузка автопоезда займет около 20 мин.

Такая технология работ позволяет сократить время рабочего цикла, лучше использовать грузоподъемность гидроманипулятора и полностью исключить ручной труд.

Л и т е р а т у р а

1. Саусиня Э., Айзпуре Г. Более рационально использовать гидравлический погрузчик "Fiskars" . - В сб.: Лесное хозяйство и лесная промышленность. Рига, 1977, №3.

УДК 625.713.4

Т.К.Богданович

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСОЛИДАЦИИ ТОРФЯНЫХ ОСНОВАНИЙ НАСЫПЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Процесс уплотнения торфяных грунтов протекает в течение длительного времени. Причем в процессе уплотнения непрерывно изменяются свойства торфа. В таких условиях чрезвычайно важно знать характер протекания процесса во времени и иметь практические способы его прогнозирования.

В настоящее время при расчете длительности осадки используются три основных направления: 1) фильтрационная кон-

солидация, 2) реологическое моделирование, 3) эмпирические методы.

Однако единого мнения относительно расчетной модели уплотнения торфяного основания до настоящего времени нет и наиболее точно может отражать реальный процесс любая из расчетных схем в зависимости от конкретных условий.

В практике при расчетах консолидации торфяных грунтов наиболее широкое применение получила одномерная схема теории фильтрационной консолидации.

Вместе с тем инженерная практика имеет много примеров несоответствия данных прогноза по схеме одномерного уплотнения с фактическими данными. Фактической картине уплотнения оснований автомобильных дорог более строго отвечает двухмерная схема. Но решение плоской задачи уплотнения слабых грунтов во времени представляет достаточные трудности ввиду сложности составления и решения дифференциальных уравнений.

В этом случае целесообразнее оценить процесс уплотнения методом электроанalogии, который представляет собой механический способ интегрирования ряда дифференциальных уравнений и позволяет получить практическое решение для рассматриваемой плоской задачи.

В настоящее время для расчета напряжений и деформаций в минеральных грунтах широко применяются методы теории упругости. Болотные грунты резко отличаются от минеральных очень рыхлым сложением и большой деформируемостью под нагрузкой. Однако, несмотря на существенные отличия болотных отложений, основные закономерности механики грунтов применимы и для них.

С постепенным уплотнением диапазон нагрузок, где применим принцип линейной деформируемости, значительно расширяется. В связи с этим при определении напряжений в водонасыщенном основании была выбрана расчетная модель линейно-деформируемой среды.

В таком случае напряжения в скелете грунта удовлетворяют уравнениям теории упругости, которые для случая плоской задачи могут быть представлены в виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} &= 0; \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\nabla^2(\sigma_x + \sigma_z) = \nabla^2 \Sigma = 0, \quad (2)$$

где ∇^2 - оператор Лапласа.

Решение уравнения Лапласа было реализовано математическим моделированием с помощью универсального интегратора типа ЭГДА-9/60, который служит для решения двухмерных осесимметричных краевых задач, описываемых уравнением эллиптического типа

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[A_1(x,y) \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[A_2(x,y) \frac{\partial u}{\partial y} \right] = 0, \quad (3)$$

которое, в частности, при $A_1(x,y) = A_2(x,y) = \text{const}$ переходит в уравнение Лапласа

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0. \quad (4)$$

За основу этого метода был взят принцип электроаналогий и использовано теоретическое решение проф. В.А.Флорина для случая произвольной вертикальной нагрузки, распределенной нормально к поверхности основания [1].

Картина распределения напряжений в основании земляного полотна, полученная моделированием, легла в основу прогнозирования интенсивности осадки по методу ЭГДА.

В целях разработки практического метода расчета осадки основания во времени с учетом напряженного состояния основания земляного полотна нами рассмотрена плоская задача консолидации на основе аналогии между электрическим током и фильтрацией жидкости в постановке Г.И.Покровского [2].

Применение метода ЭГДА к указанной задаче потребовало разработки методики исследований, которая затрагивает ряд специальных вопросов. К числу таких вопросов относятся выбор модели, способ схематизации поставленной задачи, разработка электрической схемы модели и способов моделирования искомых величин, измерение расходов и определение потенциалов в различных точках модели, осуществление геометрического подобия и подобия граничных условий и ряд других вопросов [3].

Теоретическое определение скорости осадки основания земляного полотна методом ЭГДА включает в себя определение общего расхода воды и расчет под данным общим расходом воды скорости осадки основания земляного полотна

Используя аналогию между законом Дарси и законом Ома, искомым расход воды рационально определять, проводя опыты не с грунтом, из которого выжимается вода, а с электропроводной средой, имеющей электропроводность, соответствующую коэффициенту фильтрации грунта исследуемого основания. Через эту среду пропускали ток посредством особых шин, имитирующих распределение напряжений под земляным полотном, подавая на них от источника тока различные потенциалы. Затем получали движение электрического тока от шин с большим потенциалом к шинам с меньшим потенциалом по соответствующим силовым линиям.

Расход воды в случае плоской задачи определяли для модели, представляющей собой призму из грунта с таким коэффициентом фильтрации и размерами, чтобы общий фильтрационный расход воды при заданном напоре на погонную единицу был одинаков как для этой призмы, так и для сооружения в натуре.

При замене грунта электропроводной средой эквивалентную призму заменяли соответствующим призматическим стандартом в виде двух параллельных шин, создающих однородное силовое поле, сопротивление которого было бы эквивалентно сопротивлению проводника с размерами сооружения в натуре.

Для отыскания величины расхода выжимаемой воды в какой-либо зоне модели основания необходимо знать силу тока, питающего данную шину, а также силу тока в призматическом стандарте.

На основании найденного расхода воды из слоя грунта определяется скорость осадки основания, состоящего из нескольких слоев с учетом масштаба модели по формуле

$$V = \frac{v_0 p_1 k b_0}{v_1 l_1 i_0 m} \sum_{i=1}^n \frac{i_i}{b_i}, \quad (5)$$

где v_0 - напряжение в стандарте; p_1 - удельное давление насыпи на основание; k - коэффициент фильтрации; b_0 - длина шины стандарта; v_1 - напряжение в первой шине; l_1 - длина пути фильтрации в стандарте; m - масштаб модели; i_i - сила тока в криволинейных шинах; b_i - длина криволинейных шин.

Чтобы судить об уплотнении основания во времени, полученная скорость осадки вводится в зависимость, выражающую осадку основания во времени

$$S_t = S_{\max} \left[1 - \exp \left(- \frac{Vt}{S_{\max}} \right) \right], \quad (6)$$

где S_{\max} - максимальная стабилизированная осадка; V - скорость осадки, полученная моделированием, t - время.

Проверка этой зависимости в лабораторных условиях показала хорошее совпадение расчетных и фактических данных.

Цель экспериментальных испытаний состояла в том, чтобы проверить достоверность предлагаемого метода расчета в условиях опытного строительства для насыпей, возведенных на выторфанном водонасыщенном основании и для насыпей, возведенных на торфяном основании I типа.

На строящейся автомобильной дороге, земляное полотно, которое было возведено на выторфанном водонасыщенном основании, была осуществлена постановка наблюдений за ходом осадки насыпи.

В целях определения степени точности результатов расчета интенсивности осадки по предлагаемому методу была найдена корреляционная зависимость. Для установления корреляционной зависимости использован метод наименьших квадратов. Данные по обработке опытов вводились в 16 различных зависимостей и рассчитывались на ЭВМ Минск-22 с целью выбора оптимального варианта. Лучшей для обработки наших результатов оказалась зависимость $y = a(1 - e^{-kt})$. Вычисленное корреляционное отношение приближается к единице.

Параллельно велись исследования по прогнозированию скорости осадки основания на универсальном интеграторе.

Экспериментально, используя нулевую гипотезу, было установлено, что на глубине активного сжатия основание земляного полотна опытного участка состояло из водонасыщенной супеси однородного состава, поэтому при изготовлении модели коэффициент электропроводности бумаги выбирался произвольно.

Модель для исследования напряженного состояния была изготовлена с соблюдением условий подобия. Геометрическое подобие было осуществлено соответствующим выбором масштаба, который лимитируется техническими возможностями изготовления модели и удобством производства опытов. Наиболее удобным оказался в данном случае масштаб 1:200.

Граничные условия были соблюдены следующие:

1) при $z = 0$, т.е. по краю полуплоскости водонасыщенного основания имеет место зависимость

$$\left(\sigma_x \right)_{z=0} = \left(\sigma_z \right)_{z=0} = f(x), \quad (7)$$

поэтому функция Σ (сумма нормальных напряжений) при этих условиях принимает значения, равные

$$\Sigma_{z=0} = (\sigma_{x'})_{z=0} + (\sigma_z)_{z=0} = 2f(x); \quad (8)$$

2) при неограниченном удалении от участков загрузки функции Σ и ее производные обращаются в нуль.

При моделировании общая конструктивная схема земляного полотна была заменена расчетной, т.е. трапецидальное сечение насыпи применялось равновеликим по площади прямоугольником, имеющим высоту, равную высоте насыпи.

После проверки и реализации граничных условий были построены эквипотенциальные линии, значения электрических потенциалов φ , на которых были переведены в значения сумм нормальных напряжений.

На полученные линии сумм нормальных напряжений наклеивали на глубину активного сжатия криволинейные шины из медной фольги, на эту же модель наклеивали шины призматического стандарта.

Глубину активного сжатия находили также с помощью моделирования. Пропустив через модель ток, измеряли напряжение и силу тока в шинах модели и находили все константы, необходимые для определения скорости осадки.

Сравнение расчетных данных с фактическим ходом осадки показало, что ошибка для минеральных водонасыщенных оснований не превышает $\pm 8\%$, что вполне допустимо для практики.

Сравнение результатов моделирования с фактическим ходом осадки для торфяных оснований было проведено по данным БелНИИМиВХ. Торфяные массивы опытных участков были сложены из торфов с различными коэффициентами фильтрации. При моделировании было проведено осреднение коэффициентов фильтрации по методике заслуженного деятеля наук Н.А.Цытовича

$$K_{фт} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{h_i}{K_{\phi i}}} \quad (9)$$

За глубину активного сжатия принимали мощность залежи. Сопоставление фактических и расчетных данных осадки, измеренной в одинаковые календарные даты в году, показало, что ошибки в расчетах находятся в допустимых пределах ($\pm 13,3\%$).

Таким образом, в результате проведенных исследований, разработан метод прогнозирования длительности осадки водо-

насыщенных слабых оснований насыпей лесовозных автомобильных дорог.

Л и т е р а т у р а

1. Флорин В.А. Основы механики грунтов. Т.1. М., 1959.
2. Покровский Г.И., Федоров И.В. Моделирование осадок оснований. М., 1939.
3. Дружинин Н.И. Метод электрогидродинамических аналогий и его применение при исследовании фильтрации. М.-Л., 1956.

УДК 625.731

Ю.Г.Бабаскин

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПРОПИТКИ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

При проектировании и строительстве лесовозных автомобильных дорог из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, необходимо учитывать гидрогеологические факторы, от которых будет зависеть выбор метода укрепления грунтов.

Анализ грунтовых залежений на территории лесозаготовительных предприятий БССР позволил сделать вывод, что около половины всей территории занято супесями и песками различной крупности. Эти виды несвязанных грунтов обладают высокими коэффициентами фильтрации k_f и пористости n , что может способствовать прониканию вяжущего вещества между грунтовыми частицами.

Критерием определения проницаемости раствора в песчаных породах [1] служит отношение характерного диаметра наиболее крупных частиц раствора D_{85} (мм) к эффективному диаметру частиц грунта D_{15} (мм):

$$\frac{D_{15}}{D_{85}} > 25 .$$

При выполнении этого неравенства может быть применен метод строительства дорожных одежд автомобильных дорог путем пропитки.

В строительстве подземных сооружений и фундаментов, а также при возведении фильтрационных плотин у гидротехни-