

лицензий для производства современной, по тем временам продукции. Одновременно была разработана национальная программа всемерного стимулирования изобретательской инициативы. В результате через 13 лет после войны Япония по количеству заявок на изобретения вышла на первое место в мире и с 1958 г. бессменно его удерживает. В Японии установлен национальный праздник 18 апреля – день изобретателя, а патентный закон читается как обязательная дисциплина во всех учебных заведениях начиная со школы. Самый низкий в мире уровень патентных пошлин тоже в Японии, более того их уплата отложена на 7 лет после подачи заявки, как и в большинстве европейских стран, кроме России.

Благодаря такой политике Япония, не имея природных ресурсов, удерживает ведущее место в мире по производству и продаже многих и многих видов продукции, используя восполняемый ресурс – мозги.

Россия, имея почти все известные виды природных ресурсов, по техническому уровню отстает от развитых стран на десятки лет, и те же Японцы считают, что навсегда. Природные ресурсы не восстанавливаются и рано или поздно будут исчерпаны, но это мало заботит чиновников, они вероятно считают, что на их век хватит и не обременяют себя совершенствованием патентных законов, хотя создание новых технических решений и их использование является единственной возможностью исправить существующее положение. Можно надеяться, что когда-нибудь поймут это и чиновники, но ведь и наши инженеры, которых мы выпускаем, не имеют ни малейшего понятия о существовании патентного законодательства, да и сами термины патент, изобретение неведомы для них.

Слушая или читая многочисленные и многословные декларации чиновников и депутатов об инновациях всегда возникает вопрос, а изобретать кто будет?

Новые технические решения могут создавать не чиновники, а именно инженеры и их необходимо к этому готовить.

Учитывая изложенное, считаю необходимым введение в программу обучения наших студентов дисциплины «Патентоведение».

Занятия проводить с группами студентов в количестве не более 10-15 человек. В процессе обучения студенты должны усвоить приемы самостоятельного поиска патентной информации, ее анализа и систематизации, Поиска базы сравнения аналогичных технических решений. Освоив навыки по проведению патентного поиска студенты должны получить представление о правильном составлении описания к заявке и формулы изобретения.

В процессе обучения студентам выдавать индивидуальные задания, которые выполняются в формате контрольной работы. На инженерно-строительном факультете можно использовать фонд описаний изобретений, имеющийся в лаборатории строительных машин (около 50 000 описаний) и информационную базу Роспатента.

Полученные знания студенты могут использовать на производстве при решении технических проблем, а так же при выполнении дипломных проектов. Использование элементов патентного поиска и анализа технических решений на стадии дипломного проектирования следует всячески стимулировать, а может быть и ввести в качестве обязательного элемента в дипломной работе по согласованию с выпускающей кафедры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журнал «Изобретатель рационализатор» 2000-2008 г.

В.А. ДУРНЕВ, А.А. СПИРИДОНОВ

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ РАСЧЁТА УПРУГИХ СИСТЕМ С ТРЕНИЕМ

Рассматриваются проблемы единственности решения при расчете упругих систем с трением.

При работе различных конструкций в строительстве и в машиностроении необходимо решать контактные задачи с трением. Известны различные методы решения задач с односторонними связями при наличии трения. Менее известным является тот факт, что в

таких задачах не всегда имеет место единственность решения даже при учёте процесса загрузки. Поэтому при расчётах упругих систем с трением возникает проблема: как убедиться, что полученное решение – единственное.

Рассмотрим простейшую упругую систему с трением (рис. 1). При простом процессе загрузки её состояние описывается уравнениями равновесия:

$$(F) + (R) - [K](q) = (0) \quad (1)$$

где $(F) = (F_n F_t)^T$, $(R) = (R_n R_t)^T$, $(q) = (q_n q_t)^T$ – векторы нагрузки, реакций со стороны опорной плоскости и перемещений;

$[K] = \begin{bmatrix} K_{nn} & K_{nt} \\ K_{tn} & K_{tt} \end{bmatrix}$ – симметричная положительно определённая матрица жёсткости упругой опоры тела, и условиями контакта [1]:

$$q_n \leq 0; R_n \leq 0; q_n R_n = 0 \quad (2)$$

$$|R_t| \leq -f R_n; R_n q_t \leq 0; (|R_t| + f R_n) q_t = 0 \quad (3)$$

где f – коэффициент трения.

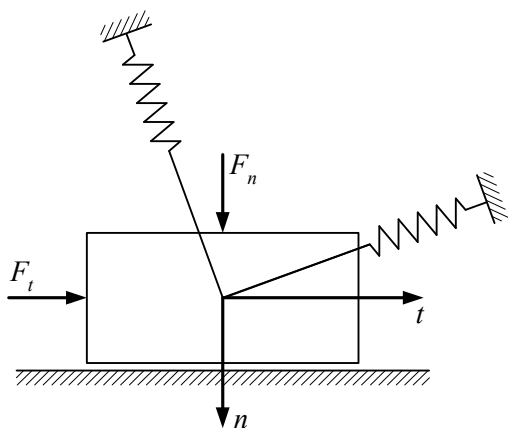


Рис.1. Простейшая упругая система, в которой наблюдается неединственность решения при простом загрузении.

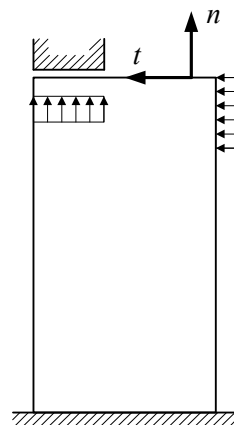


Рис.2. Схема упругого тела с упором, где имеется неединственность решения при критическом трении.

Пусть $[K]$ – диагональная матрица, тогда (1) имеет вид:

$$F_n + R_n - K_{nn} q_n = 0 \quad (4)$$

$$F_t + R_t - K_{tt} q_t = 0 \quad (5)$$

Тогда условия (4) и (2) описывают простейшую задачу с идеальной односторонней связью, для которой можно определить единственное решение q_n и R_n . Для определения q_t и R_t получается задача (5), (3), в которой реакция R_n или предельная сила трения $-f R_n$ уже известна. В [1] показано, что при простом процессе загрузки такая задача имеет единственное решение.

Иначе обстоит дело, когда $[K]$ полностью заполнена. В этом случае задача (1)-(3) не разделяется на две отдельные, и решение может оказаться неединственным. Из примера в [1] следует, что неединственные решения возникают при $f \geq f^*$, где f^* – некоторое критическое значение, зависящее от матрицы $[K]$.

Это не сложно показать. Рассмотрим возможность существования двух решений одновременно: без контакта с опорной плоскостью и нулевого. Решение без контакта получается из (1) при $[R] = 0$, тогда:

$$(q) = [K]^{-1}(F).$$

Из условий (2) и (3) остаётся только $q_n \leq 0$. Пусть элемент $K_{nt} > 0$. Тогда с учётом структуры обратной матрицы получим

$$F_t \geq F_n \frac{K_{tt}}{K_{nt}} = \eta F_n. \quad (6)$$

При нулевом решении $(R) = -(F)$ и из условий (2)-(3) сохраняются только условия:

$$F_n \geq 0; -f F_n \leq F_t \leq f F_n. \quad (7)$$

Одновременное выполнение (6) и (7) возможно при

$$F_n \geq 0; \eta F_n \leq F_t \leq f F_n. \quad (8)$$

Очевидно, что если $f \geq \eta$, то существуют такие нагрузки (F) , что (8) выполняется, то есть возможны два указанных решения при $f_* = \eta = \frac{K_{tt}}{K_{nt}}$.

Можно показать, что при $f < f_*$ решение единственное.

Возможность появления неединственных решений весьма неприятна при проведении практических расчётов. Получив каким-либо методом решение нельзя гарантировать, что нет другого решения. Можно использовать условие $f < f_*$ для получения единственности решения, но задача определения критических значений f_* сложна. В [3] дан пример определения f_* для упругого тела (рис. 2) при использовании метода конечных элементов. Это частный случай и для широкого применения данная методика не может быть рекомендована.

Но есть и другой путь – использовать метод решения, чувствительный к близости

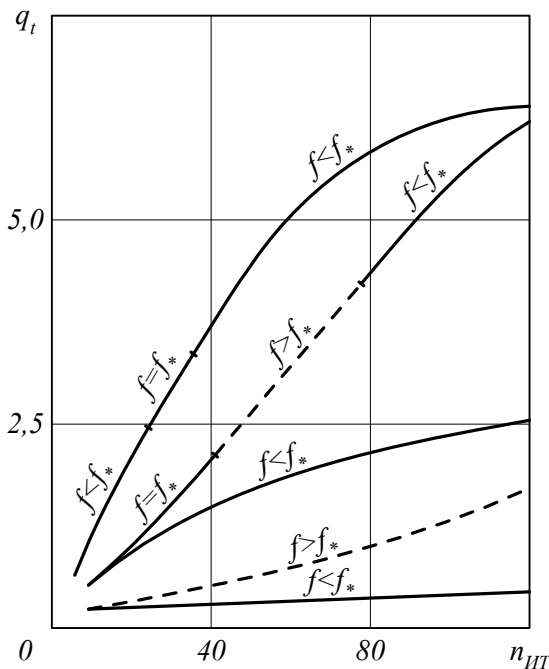


Рис. 3. Поведение процесса в околокритической зоне (для задачи на рис. 2)

Но есть и другой путь – использовать метод решения, чувствительный к близости f и f_* . Таким является метод итераций по кинематическим условиям [1, 4]. В этом методе вместо решения задачи с трением решается последовательность задач с идеальными односторонними связями при наличии на поверхности контакта свойств зубчатого рельефа с углом наклона граней $\varphi = \arctg f$ и некоторым зазором δ_n^j , вычисляемым специальным образом [1], j – номер итерации. В пределе получается задача с трением. Теоретически можно показать, что оценки диапазона сходимости такого процесса и диапазона единственности решения совпадают [3]. Но это оценки, которые могут быть далеки от реальных значений f_* .

Поэтому были выполнены специальные численные эксперименты, имевшие цель показать связь между сходимостью процесса и проблемой единственности решения. В задаче, по-

казанной на рис. 2, нет определённого критического значения коэффициента трения, а f_* зависит от величины и расположения зоны контакта. Последняя могла меняться по ходу процесса, поэтому возможны переключения из докритического в закритическое состояние и обратно. Все представленные результаты относятся к околокритической зоне и поэтому содержат большое число итераций. По изменению q_t в характерных узлах (рис. 3) для различных f и нагрузок видно, что процесс чувствует соотношение между f и f_* . Везде, где $f \geq f_*$ (пунктирные линии), имеются участки расходимости.

Таким образом, рассмотренный инерционный процесс решение контактных задач с трением позволяет получать дополнительную информацию к вопросу о единственности решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вовкушевский А.В., Шийхет Б.А. Расчет массивный гидротехнических сооружений с учётом раскрытия швов. – М. : Энергоиздат, 1981. – 383 с.
2. Дюво Г., Лионс Ж.-Л. Неравенства в механике и физике: Пер. с франц. – М. : Наука, 1980. – 383 с.
3. Вовкушевский А.В., Дурнев В.А. Об устойчивости решения задачи теории упругости с условиями трения на границе // Изв. Всесоюз. научно-исслед. ин-та гидротехники, 1984. – т. 171. – с. 86-91.
4. Вовкушевский А.В., Дурнев В.А. Численная реализация некоторых способов решения задачи Синворини с трением // Тр. ЛПИ. – 1985. – №405. – с. 14-19.

И.В. ЛУНКИН, Е.А. АЛЕКСЕЕВА, К.Л. ЛАППО

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТИПОРАЗМЕРА
ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В КАРЬЕРЕ**

Разработана аналитическая модель выбора транспортного оборудования в карьере, которая обеспечивает для конкретных условий минимальные удельные затраты на погрузочно-транспортные работы. Установлено, что оптимальное соотношение грузоподъемности транспортной единицы к грузоподъемности ковша экскаватора составляет 3-7 в зависимости от расстояния транспортировки.

Материально-техническое обеспечение дорожного строительства включает в себя разработку карьеров дорожно-строительных материалов (скальных пород, песка, гравия, глины и т.д.). Карьеры подразделяют на промышленные и строительные. Промышленные карьеры – постоянно действующие, капитально оборудованные предприятия. Они снабжают дорожные стройки в радиусе 1000-1500 км [1].

Строительные карьеры – предприятия временного типа со сроком эксплуатации 1-3 года. Строительные карьеры бывают притрассовые и базисные. В практике дорожного строительства используются все виды карьеров. Технологический процесс разработки месторождения состоит из следующих работ: подготовительных, вскрышных, добычных, транспортных и погрузочно-разгрузочных.

Задача выбора транспорта обычно решается при помощи эмпирических зависимостей с использованием имитационного моделирования, метода итераций, много регрессионного и вероятностного анализа. В тоже время более эффективным представляется использование аналитической модели, полученной исходя из условия соответствия сменных производительностей погрузочной и транспортной частей комплекса.

Совместная работа погрузочного и транспортного оборудования характеризуется большим числом взаимозависимых факторов. Наиболее эффективная работа выемочно-погрузочного и транспортного оборудования достигается при минимальной себестоимости погрузки и транспортировании 1т горной массы.

$$C = C_{\text{эк}} + C_{\text{тр}} \rightarrow \min , \tag{1}$$

$$C_{\text{эк}} = \frac{C_{\text{м.э}}}{P_{\text{э}}} ; \quad C_{\text{тр}} = \frac{C_{\text{м.т}}}{P_{\text{т}}} ;$$

$$C = \frac{C_{\text{м.э}}}{P_{\text{э}}} + \frac{C_{\text{м.т}}}{P_{\text{т}}} \rightarrow \min , \tag{2}$$

где $C_{\text{м.э}}$, $C_{\text{м.т}}$ – стоимость машино-смены соответственно погрузочной и транспортной единицы, руб.;

$P_{\text{э}}$, $P_{\text{т}}$ – производительность соответственно погрузочной и транспортной единицы в смену, т.