

Закключение. Чтобы создать математическую модель, описывающую достоверное действие технологии термогазового воздействия, требуется достаточное количество данных исследуемого пласта относительно химических реакций композиционной модели флюидов, влияние состава теплоносителя на эффективность технологии для прогноза потоков нефти, газа.

Известно, что результаты по изучению влияния температуры на поведение проницаемости достаточно противоречивы в виду различных лабораторных систем, используемых учеными [1,5]. Экспериментальные исследования с целью уточнения модели по учету влияния высоких температур на фильтрационно-емкостные свойства керогенсодержащие породы залежей баженовской свиты показали, что нагревание низкопроницаемой породы до 350 °С способствует увеличению проницаемости и пористости.

Литература

1. Ashrafi M. Experimental Investigation of Temperature Dependency of Relative Permeability Data in Heavy Oil Systems with Applications to Thermal Recovery: Thesis for the degree of Philosophiae Doctor. – Trondheim, 2013. – 156 p.
2. Cui X.A., Bustin M.M., Bustin R.M. Measurements of gas permeability and diffusivity of tight reservoir rocks: Different approaches and their applications // *Geofluids*. – 2009. – Vol. 9. – pp. 208 – 223.
3. Development of Laboratory and Petrophysical Techniques for Evaluating Shale Reservoirs: Final Technical Report. – Gas Research Institute (GRI), 1996. – 286 p.
4. Kang Z. Q., Yang D., Zhao Y., Hu Y. Thermal cracking and corresponding permeability of Fushun oil shale // *Oil Shale*. – Estonian Academy Publishers, 2011. – Vol. 28. – pp. 273 – 283.
5. Kibodeaux K.R. Evolution of porosity, permeability, and fluid saturations during thermal conversion of oil shale // *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, 27 – 29 October, Amsterdam, The Netherlands. – Society of Petroleum Engineers, 2014. – Vol. 3. – pp. 2135 – 2156.
6. Lin C.L., Miller J.D. Pore Scale Analysis of Oil Shale/Sands Pyrolysis // *Oil and Natural Gas Technology: Topical Report*. – Salt Lake City, 2011. – 44 p.
7. Алексеев Ю.В. Перспективы применения термохимических методов воздействия при разработке залежей баженовской свиты // *Нефтяное хозяйство*. – 2015. – № 2. – С. 93 – 97.
8. Диева Н.Н. Гидродинамическое моделирование термохимического воздействия на пласты трудноизвлекаемых углеводородов: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2015г. – 113с.
9. Пергамент А.Х. Моделирование процесса гидртермогазового воздействия на пласты баженовской свиты / А.Х. Пергамент, А.В. Колдоба, Ю.А. Повещенко // *Вестник ЦКР Роснедра*. – 2010. – № 6. – С. 36 – 43.
10. Щеколдин К.А. Обоснование технологических режимов термогазового воздействия на залежи баженовской свиты: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2016г. – 105 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫМ ВИБРОСТЕНДОМ, ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Я.А. Шестаков

Научный руководитель – профессор А.К. Томилин

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Вибростенд (рис.1) используется для создания вибрационных нагрузок на объект испытаний. При проведении испытаний на вибрационную нагрузку для поперечных осей объекта используется, горизонтальный стол (стол-скольжения).

Цель исследования: определения собственных частот продольных колебаний стола-скольжения в отсутствие испытуемого объекта.

Для определения продольных колебаний стола-скольжения условно разобьем пластину на стержни одинакового сечения S , расположенных вдоль оси продольных колебаний. Один из стержней изображен на рисунке 1.

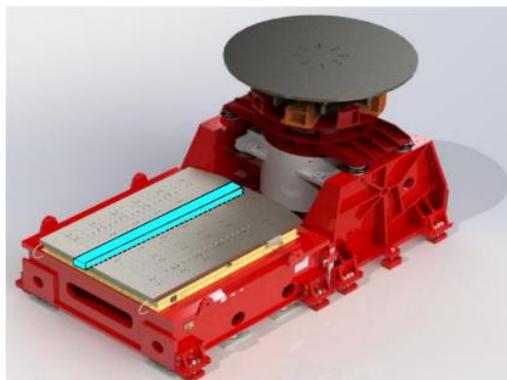


Рис. 1 Разделение стола-скольжения на одинаковые стержни

**СЕКЦИЯ 17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ
И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА. ПОДСЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

Получаем однородный прямолинейный стержень постоянного поперечного сечения с характеристиками $l=2,5\text{м}$, $E=71,0 \cdot 10^9 \text{Па}$, $\rho=2,65 \cdot 10^3 \text{кг/м}^3$ (Рисунок 2). С платформой свяжем систему неинерциальную отсчета Охуз.

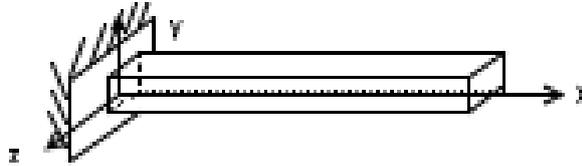


Рис. 2 Прямолинейный стержень

Для определения характеристик вибрационного процесса необходимо составить дифференциальное уравнение собственных упругих колебаний стержня:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где $\sqrt{\frac{E}{\rho}} = a = 5176$.

К уравнению (1) применяется процедура Фурье:

$$U(x, t) = \sum_{i=1}^{\infty} X_i(x) q_i(t),$$

где $X_i(x) = \sin \frac{i\pi x}{2l}$ - собственные амплитудные функции, $q_i(t)$ - обобщенные координаты.

В результате применения процедуры Фурье получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\ddot{q}_k + a^2 \frac{k^2 \pi^2}{4l^2} q_k = 0, \quad (k = 1, \infty). \quad (2)$$

Определим значение собственных частот:

$$\omega_k = a \frac{k\pi}{2l}. \quad (3)$$

Рассчитаем значения нескольких первых частот: $\omega_1 = 3250 \text{с}^{-1}$, $\omega_2 = 6501 \text{с}^{-1}$.

Так как стол-скольжения совершает продольные движения, в системе отсчета связанной с толкателем, то возникает сила инерции. Пусть стол-скольжения движется по закону:

$$\xi = \xi_0 \sin pt, \quad (4)$$

где p и ξ_0 - частота и амплитуда вынуждающей силы.

Тогда на элемент стержня действует инерция:

$$-\rho S dx \frac{d^2 \xi}{dt^2} = \rho S p^2 \xi_0 \sin pt \cdot dx$$

Учитывая это составляем уравнение вынужденных колебаний:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = p^2 \xi_0 \sin pt. \quad (5)$$

Вибростенд работает в пределах вынуждающих частот: $p = 0 \div 630 \text{с}^{-1}$. Сравнение с собственными частотами показывает, что в «холостом» режиме резонанс невозможен. Однако в рабочем режиме, когда на столе-скольжения располагается испытуемый объект частоты собственных колебаний составной конструкции «объект-стол» будут иными. Следовательно, необходимо производить расчет резонансного режима в каждом конкретном случае с учетом свойств испытуемого объекта. В некоторых случаях приходится решать задачу управления собственными частотами системы в рамках подхода, изложенного в [4].

Литература

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. - М.: Высш. школа. - 1980. - 408 с.
2. Левитский Н. И. Колебания в механизмах. - М.: Наука. - 1988. - 336 с.
3. Светлицкий В.А. Механика стержней. Ч. II. Динамика. М.: Высш. школа. - 1987. - 304 с.
4. Томилин А.К., Прокопенко Е.В. Управление продольными колебаниями мехатронной системы при помощи емкостного параметра. Известия ТПУ/ Томский политехнический университет (ТПУ). — 2015. — Т. 326, № 6: Инжиниринг георесурсов. — [С. 122-127].