

МОДЕЛИРОВАНИЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МАССИВАХ ГОРНЫХ ПОРОД.

Волков А.А. Шигин А.О

**Научный руководитель д-р тех. наук , профессор, заведующий
кафедрой А.В Гилев**

***Сибирский федеральный университет Институт горного дела, геологии и
геотехнологий, г. Красноярск***

Метод моделирования является эффективным средством экспериментального исследования прочности, устойчивости и колебаний элементов машин и конструкций.

Этот метод в ряде случаев позволяет изучение натурального объекта исследованием характеристик уменьшенной, механически подобной модели с последующим переходом от параметров модели к соответствующим параметрам конструкции.

Теория подобия составляет научную основу моделирования. В теории подобия и моделирования изучаются свойства подобных систем и требования, которым должна удовлетворять модель для осуществления подобия процессов, протекающих в натуре.

Методы теории подобия при описании конкретного процесса позволяют перейти от исходных физических величин к некоторым обобщенным переменным – критерия подобия. Этим достигается уменьшение количества физических параметров, описывающих явление, и большая общность получаемых результатов.

Исследования процессов, протекающих в технологических установках, установление закономерностей их протекания, нахождение зависимостей, необходимых для их анализа и расчета, можно проводить методом подобия.

Метод подобия позволяет с достаточной для практики точностью изучать сложные процессы на более простых моделях, обобщать результаты опытов и получать закономерности, справедливые не только для данного процесса, но и для всей группы подобных процессов. При моделировании процессов можно вместо дорогостоящих трудоемких опытов на промышленных установках проводить исследования на моделях значительно меньших размеров, а вместо зачастую опасных и вредных веществ использовать безопасные модельные вещества, опыты проводить в условиях, отличных от производственных. Кроме того, материальную модель можно заменить физической схемой (моделью), отражающей существенные особенности данного процесса.

Различают следующие виды подобия: геометрическое; временное; физических величин; начальных и граничных условий.

Для исследования и сравнения характеристик на созданном нами стенде «Исследовательский стенд для моделирования ударных нагрузок при бурении сложноструктурных горных пород», был использован следующие критерии подобия.

Число Рейнольдса. Физический смысл числа Рейнольдса заключается в смене режимов течения жидкости. В настоящее время не существует строгого научно доказанного объяснения этому явлению, однако наиболее достоверной гипотезой считается следующая: смена режимов движения жидкости определяется отношением сил инерции к силам вязкости в потоке жидкости. Если преобладают первые, то режим движения турбулентный, если вторые - ламинарный. Турбулентные потоки возникают при высоких скоростях движения жидкости и малой вязкости, ламинарные потоки возникают в условиях медленного течения и в вязких жидкостях. На практике в различных газопроводах, водопроводах и подобных им системах чаще встречаются турбулентные потоки даже при скоростях менее 1м/с. Определяется по формуле:

$$R_e = \frac{u \cdot d}{\nu}$$

Где: u - скорость потока жидкости, м/с;

d - диаметр трубопровода, м;

ν - кинематическая вязкость, $\text{м}^2 / \text{с}$.

Скорость потока жидкости определяется по формуле

$$u = \frac{Q}{F}$$

Где: Q - расход жидкости, $\text{м}^3 / \text{с}$;

F – площадь сечения внутри поверхности гидроцилиндра, м^2

Площадь сечения внутри поверхности гидроцилиндра определим по формуле

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Для модели

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} = 0,001256 \text{ м}^2$$

Для станка

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,29^2}{4} = 0,0061544 \text{ м}^2$$

Определим скорость потока жидкости

Для модели

$$u = \frac{0,0003}{0,001256} = 0,23 \text{ м/с}$$

Для станка

$$u = \frac{0,0012}{0,0061544} = 0,019 \text{ м/с}$$

Расчет числа Рейнольдса

Для модели

$$R_e = \frac{0,23 \cdot 0,04}{0,041} = 0,22$$

Для станка

$$R_e = \frac{0,19 \cdot 0,28}{0,022} = 0,24$$

По числу Рейнольдса мы видим что в буровом станке и модели наблюдается ламинарное движение жидкости (масла).

Коэффициент подобия скоростей подачи.

$$K_u = \frac{u_H}{u_M}$$

Где: u_H - скорость подачи рабочего органа (гидроцилиндра подачи) на буровом станке, м/с;

u_M - скорость подачи штока гидроцилиндра в модели, м/с.

$$\kappa_u = \frac{0,19}{0,23} = 0,83$$

Коэффициент скорости подачи показывает нам отношение подачи рабочего органа (в нашем случае гидроцилиндра подачи на буровом станке), к скорости подачи штока гидроцилиндра в модели. В идеале коэффициент скорости подачи равен 1, но значение в 0,83 так же является хорошим результатом.

Число Фруда — один из критериев подобия движения жидкостей и газов, является безразмерной величиной. Применяется в случаях, когда существенно воздействие внешних сил. Введено Уильямом Фрудом в 1870 году. Число Фруда характеризует соотношение между силой инерции и внешней силой, в поле которой происходит движение, действующими на элементарный объём жидкости или газа. Определяется по формуле:

$$F_p = \frac{u^2}{g \cdot l}$$

Где: $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

l - характерный линейный размер, м.

Для модели

$$F_p = \frac{0,23^2}{9,81 \cdot 0,04} = 0,031$$

Для станка

$$F_p = \frac{0,19^2}{9,81 \cdot 0,28} = 0,013$$

Число Фруда применяется в случаях, когда существенно воздействие силы тяжести. Чем больше число Фруда, тем больше роль инерции по сравнению с тяжестью и наоборот.

Полученные данные занесены в таблицу 1.

Таблица 1. – Критерии подобия.

№	Название критерия	Обозначение	Значения	
			Модель	Станок
1	Коэффициент подобия скоростей	κ_u	0,83	
2	Число Рейнольдса	R_e	0,22	0,24
3	Число Фруда	F_p	0,031	0,13

Данные критерии подобия позволяют сравнить физическую модель с реальным буровым станком, что в дальнейшем позволит проводить исследования на модели и перерасчет на буровой станок.