

Диапазон изменения частоты качаний ШСНУ — от 1 до 5 качаний в минуту. Поэтому диапазон изменения квадрата циклической частоты примерно  $0,0167; 0,274 \text{ рад}^2/\text{с}^2$ . При движении насоса вверх скорость положительна, масса насоса с поднимаемой жидкостью выше, следовательно,  $\omega^2$  ниже. При движении насоса вниз скорость отрицательна, масса насоса ниже, следовательно,  $\omega^2$  больше. Поскольку насос наполняется/освобождается от жидкости постепенно, то и изменение  $\omega^2$  происходит постепенно (предположительно по линейному закону).

На рис. 1 представлена зависимость  $\omega^2 = f(x')$ , где  $x'$  — скорость перемещения точки подвески штанг (ППШ). В модели эта зависимость реализуется полиномом 5-й степени.

Решением уравнения (1) являются синусоподобные затухающие колебания; искажения формы синусоиды происходят в результате изменения  $\omega$ , а затухание в результате потерь энергии при подъеме жидкости насосом. На рис. 2 представлены затухающие свободные колебания станка-качалки из верхнего положения.

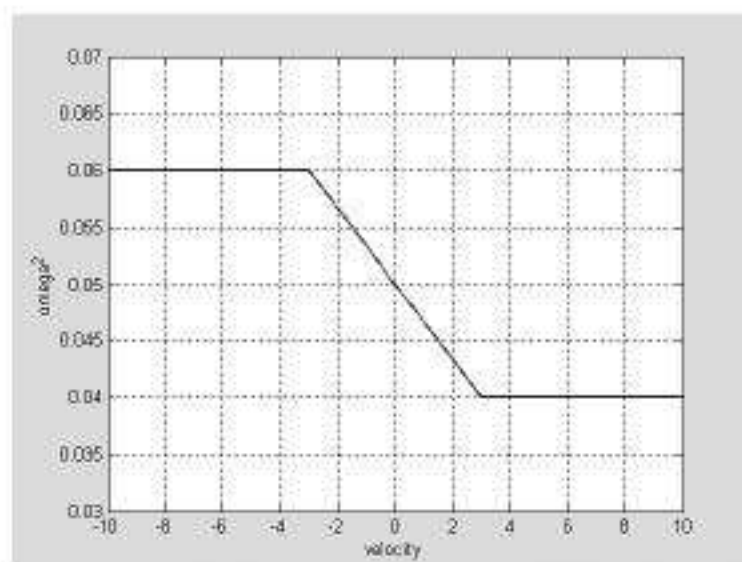


Рис. 1. График изменения  $\omega^2$  от скорости перемещения штанг.

#### Литература

1. Шаньгин Е. С., Тагирова К. Ф. Система адаптивного управления режимами работы штанговых глубинных насосных установок // Мехатроника. — 2001. — №6.
2. Шаньгин Е. С. Автоматизированный привод глубинных насосов. — Уфа: Изд-во УТИС, 2001.
3. Дьяконов В. П. Simulink 5/6/7: Самоучитель. — М.: ДМК Пресс, 2008. — 784 с.: ил.

УДК 004.9:669.018

В.Р. Ганиева, М.М. Разяпов, Э.Ф. Шарипова

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Для снижения стоимости проектирования и производства в настоящее время широко применяются сертифицированные программные комплексы, такие как ANSYS, ABAQUS, DEFORM, MARC и т.п. Программы такого рода используются для оптимизации проектных разработок на ранних стадиях, что снижает стоимость продукции. Для практического использования такого рода комплексов необходимо уметь определять реологические свойства

обрабатываемых материалов, т.е. численные значения параметров, входящих в выбранные для проведения численных расчетов модели материалов.

Одним из перспективных методов обработки современных конструкционных материалов, например, титановых сплавов, является использование уникального явления структурной сверхпластичности. Для описания реологического поведения материалов, находящихся в состоянии сверхпластичности, часто используют степенное соотношение вида  $\sigma = K \dot{\epsilon}^m$ , где  $K$  и  $m$  – постоянные. Для того чтобы привлечь внимание к влиянию роста зерен, часто используют дополнительный реологический параметр  $n$ , который вводится в виде  $\sigma = K' \dot{\epsilon}^{m'} \epsilon^n$ , где  $\epsilon$  – степень деформации,  $K'$ ,  $m'$ ,  $n$  – постоянные материала. Значения постоянных  $K$ ,  $m$ , так же как и  $K'$ ,  $m'$ ,  $n$  могут быть определены по результатам дорогостоящих высокотемпературных механических испытаний. В некоторых случаях значения этих постоянных могут быть определены по результатам технологических проб, которые могут быть проведены непосредственно на технологическом оборудовании, используемом в производственных процессах. Для обработки результатов измерений, полученных в ходе технологических проб, необходимо разрабатывать специальные методики, основанные на использовании упрощенных математических моделей технологических процессов, а также программные средства, реализующие эти методики.

На кафедре вычислительной техники и инженерной кибернетики УГНТУ разработаны методики и программные средства, позволяющие определять значения постоянных  $K$  и  $m$  по результатам тестовых формовок листовых материалов в матрицы прямоугольной, цилиндрической и эллиптической формы. Целью настоящей работы является разработка специализированных методик и программных средств, предназначенных для определения реологических параметров  $K'$ ,  $m'$ ,  $n$ , входящих в модель материала вида  $\sigma = K' \dot{\epsilon}^{m'} \epsilon^n$ , по результатам тестовых формовок в матрицу цилиндрической формы. Отличительной особенностью разрабатываемого подхода является возможность получения однозначного результата идентификации при использовании расширенного набора входных данных.

### Литература

1. Загиров Т.М., Каримов М.С., Круглов А.А., Еникеев Ф.У. Методика экспериментального определения реологических свойств микросталлических материалов по результатам технологических экспериментов // "Проблемы машиностроения и автоматизации", 2010, №2. С. 65–74.
2. Васин Р.А., Еникеев Ф.У., Круглов А.А., Сафиуллин Р.В. Об идентификации определяющих соотношений по результатам технологических экспериментов // Известия РАН. Механика твердого тела, 2003, №2. С. 111–123.
3. Загиров Т.М., Круглов А.А., Еникеев Ф.У. Идентификация реологических параметров сверхпластичности по результатам тестовых формовок листовых материалов при постоянном давлении // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2010, №9. С. 48–56.
4. Смирнов О.М. Обработка металлов давлением в состоянии сверхпластичности. М.: Машиностроение, 1979. 184 с.
5. Васин Р.А., Еникеев Ф.У. Введение в механику сверхпластичности: В 2 ч. Часть I. Уфа: Гилем, 1998. 280 с.

УДК 004.93

М. Р. Еникеев

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ ПАЛЬЧИКОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ

Башкирский государственный университет, г. Уфа

В настоящее время перед отечественными предприятиями в условиях жесткой конкурентной борьбы стоит задача создания конкурентоспособной, на мировом уровне,