

*Технические науки*

**ОБ ОПИСАНИИ ПОЧТИ  
ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
В ВИБРОУДАРНЫХ МЕХАНИЗМАХ  
И СИСТЕМАХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ  
УДАРНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Крупенин В.Л.

*ИМАШ РАН, Москва, e-mail: krupenin@online.ru*

Присутствие в виброударной системе больших нелинейных позиционных сил – причина появления здесь весьма ярких и разнообразных нелинейных эффектов. В связи с тем, что виброударные системы относятся к сильно нелинейным, их моделирование сопряжено с преодолением ряда серьезных проблем, в частности математических. Возникновение почти периодических процессов – один из важных эффектов такого типа. Рассматриваются две модели: резонансные системы с одной степенью свободы и системы с распределенными ударными элементами.

1. Исследуются малые возмущения консервативных виброударных систем с одной степенью свободы. Предполагается, что возмущение периодически зависит от быстрого и медленного времени. Такая ситуация возникает, например, если возмущение является суммой двух периодических функций с близкими частотами. Соответствующая система в переменных импульс-фаза представляет собой систему с быстро вращающейся фазой и медленно меняющимися коэффициентами. Исследования качества поведения решений системы в окрестности индивидуального резонансного уровня с помощью метода усреднения [1, 2] дает возможность получить интересные качественные результаты и расчетные инженерные формулы. В частности, при посредстве методик [2, 4], могут быть установлены условия возникновения и устойчивости почти периодических режимов движения.

2. Во многих случаях колебания в виброударных системах с распределенными ударными элементами, например, в струнах или тонких стержнях, колеблющихся вблизи различных препятствий (прямолинейных, точечных и т.д.), описываются с помощью формул аналогичных следующей:  $u(x, t) = A[y(x, t), z(x, t)]$ . Здесь  $u(x, t)$  – функция состояния распределенной системы, например, прогиб струны;  $A(x, t)$  – периодическая функция времени с некоторым периодом  $T$ . В то же время, доказывается, что существует такое число  $P > 0$ , что одновременно  $y(x, t + P) = y(x, t)$  и  $z(x, t + P) = z(x, t) + \text{const}$ . Числа  $T$  и  $P$  зависят от физических и геометрических параметров системы. Следовательно, при несоизмеримости чисел  $T$  и  $P$  (что оказывается возможным, например, при произвольных соотношениях между величинами зазора (на-

тяга) в виброударной системе и длины струны),  $u(x, t)$  – почти периодическая функция времени, и мы получаем почти периодический виброударный процесс. Методы изучения этих процессов были построены, различные случаи возникновения почти периодических процессов в характерных системах с распределенными ударными элементами – изучены [3]. *Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 10-08-00500-а).*

**Список литературы**

1. Бабицкий В.И., Крупенин В.Л. Колебания в сильно нелинейных системах. – М.: Наука, 1985. – 384 с.
2. Babitsky V.I., Krupenin V.L. Vibration of Strongly Nonlinear Discontinuous Systems. – Berlin. Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2001. – 404 p.
3. Асташев В.К., Крупенин В.Л. Картины стоячих волн с изломами профилей, в распределенных объектах, соударяющихся с препятствиями различных конфигураций (часть I) // Интернет – журнал ВНТР. – 2011. – №2 (42). – С. 3–12.
4. Бурд В.Ш. Маятниковые системы с колеблющимся подвесом // Интернет – журнал ВНТР. – 2011. – №1 (41). – С. 3–38.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТРУБОПРОВОДЕ  
С АНТИКОРРОЗИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ  
С УЧЕТОМ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ**

Логинов В.С., Шабунина О.С.

*Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет, Томск,  
e-mail: loginovvs@tpu.ru*

Изложены простые решения нестационарной задачи теплообмена. Показано влияние температуры окружающей среды на тепловые потери от теплоносителя через стенку трубопровода в окружающую среду.

Скорость коррозионных процессов в трубопроводах тепловых сетей во многом зависит от выбора основного конструкционного материала стали от низколегированных до высоколегированных. При эксплуатации трубных систем в результате термических и физико-химических воздействий возникают фазовые превращения, которые изменяют свойства сталей и приводят к резкой неоднородности внутренних зональных напряжений. Статистика повреждений труб котлов свидетельствует [1]: дефект металла – 25%, дефекты изготовления – 20%, термоусталостной коррозии – 20%, газовой коррозии – 20%, тепловому перегреву из-за нарушения водно-химического режима и отложений – 15%. За 20–30 тыс. часов эксплуатации температура труб повышается на 80–100 °С, и при температурах 540–550 °С происходит образование продольных коррозионно-усталостных трещин и свищей при плотности тепловых потоков 30–40 Вт/см<sup>2</sup> [2–4]. В [5] решена стационарная