

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ «ОБКАТКИ РОТОРА»

Самсонов Ю.П., Щугорев В.Н. («НИУ «МЭИ», Москва, Россия)
E-mail: SamsonovYP@mpei.ru

Abstract: *The mechanisms and the instruments, established on transportation means, undergo power and kinematic actions. Their intensity causes regular or irregular of the displacement of mechanisms. In the first case stationary vibration field appears. With the special regimes (starting, shock wave) the mechanisms undergo the action of large intensity. About it is possibility strike on a rotor.*

Key words: *Shock absorber, power action, kinematic action, the shockproof mechanism*

В настоящем сообщении предлагается высказать дискуссионный взгляд на ставшее почти нарицательным явление «обкат ротора».

Явление «обката», появление которого возможно в турбоагрегатах при аварийных ситуациях (разбалансировка, касание в лабиринтных уплотнениях, исчезновение масляного слоя и другие), состоит в том, что шейка вала обкатывается по поверхности подшипника. При этом стремительно возрастает скорость вращения вала, что может привести к катастрофическим последствиям. В работах [6-8] вопрос обкатки для турбомашин, установленных на судах, рассматривается как факт касания ротором статорных поверхностей при известной величине кинематического воздействия (взрывного устройства). В работе [8] приведены уравнения движения системы амортизированных объектов (в том числе подсистему ротор на подшипниках) установленных на транспортных платформах.

Кинематическое воздействие, значительное по величине, вызывает линейную и угловую скоростями движения платформы, которые определяют перемещения объектов. В качестве примера рассмотрена система, состоящая из двух тел (статора турбомашин и ротора), которая расположена на подвижной платформе с помощью системы амортизации. Динамическая характеристика опоры (подшипника) между статором и ротором принята в виде нелинейных гистерезисных функций. Жесткость опоры при штатном режиме определяется жесткостью масляной пленки. При касании шейки ротора поверхности подшипника жесткость определяются материалом вкладыша и далее жесткостью цапфы.

Результаты многочисленных расчетов показали, что возможны ситуации, когда ротор ударяется о тело подшипника, отскакивает, находится в соприкосновении в течение некоторого промежутка времени. Касание повторяется как в промежутке времени воздействия, так и после его окончания. То есть подтверждается наличие ситуации возникновения начала обкатки при известных параметрах динамических характеристик системы и при заданном значении кинематического воздействия. При таком подходе не исследуется сам процесс обкатки, как считается, что он быстротечен и непременно приводит к катастрофическим последствиям. Задача обеспечения работоспособности в этом случае состоит в вычислении максимальных значений внешнего воздействия при не изменённой структуре системы.

С другой стороны во многих публикациях предприняты попытки описать сам процесс «обкатки» [2, 5], внимание, предполагая начальное изменение структуры системы (разбалансировка, отрыв некоторой массы ротора, например, одной или нескольких лопаток и так далее). В последних работах [9, 10] процесс развития «обкатки» описан очень скрупулезно. Однако процесс обкатки не может регулироваться изменением основных параметров, значения которых приводят или могут привести к разрушению. Такие параметры как масса оторвавшегося тела, величина диссипации, податливость статора не подлежат изменениям (по сути

значения этих параметров являются начальными значениями) и потому не влияют на процесс обкатки реально случившейся аварийной ситуации. Единственно, что вычисляется - это время развития процесса обкатки до разрушения, которое опять же вычисляется при принятых значениях параметров.

Не представляется возможным построить какие-либо номограммы при всевозможных начальных значениях параметров. Особенно это касается оторвавшейся массы. Можно построить зависимость разрушения от величины массы оторвавшегося тела, но какова эта масса в сиюминутном процессе. Такой подход позволяет высказать предположение (которых, как правило, множество) только о состоявшейся аварии. Понимая невозможность влияния на сиюминутную ситуацию развития процесса обкатки, предлагается решение из совершенно другой области, а именно, применение аварийной системы, которая всегда стоит на всех турбоагрегатах. Если время развития процесса «обкатки» до разрушения меньше, чем время срабатывания стандартной аварийной системы, то разрушение произойдет непременно, если нельзя уменьшить время срабатывания аварийной системы. Поэтому описание процесса «обкатки» при внезапно измененных структурных свойствах системы не может быть использовано для оценки работоспособности конструкции.

Список литературы: 1. Артоболевский И. И., Костицын В.Т., Раевский Н.П. Об одном состоянии вала, вращающегося в подшипнике без смазки с зазором. Изв. АН СССР, отделение технических наук, № 2, 1948, с. 168 – 172. 2. Щегляев А.В., Костюк А.Г. Действие внезапной разбалансировки на ротор турбогенератора. Теплоэнергетика.- 1969 , с. 9 – 16. 3. .Олимпиев В.И. Об обкатке неуравновешенного гибкого ротора по статору. Машиноведение. - 1976. -№ 1, с.52 -56. 4. Позняк Э.Л. Крутильный удар в валопроводе при внезапной и сильной разбалансировке. Машиноведение. – 1978 -№ 5, с. 66 – 74. 5. Костюк А.Г., Шатохин В.Ф. Расчет переходных колебаний валопровода при внезапной разбалансировке. Сборник МЭИ, 1972, № 99, с.120 -128. 6. Самсонов Ю.П., Булахтин К.В. Режимы обкатки ротора при длительном контакте со статором. Донецк, Донецкий национальный университет. 2010. 7. Самсонов Ю.П., Мищенко Г.В. К расчету сложных амортизированных систем с нелинейными динамическими характеристиками опор. В кн. Расчеты на прочность. - М.Машиностроение, 1977. 8. Самсонов Ю.П. О возможности «обкатки ротора» при интенсивном кинематическом воздействии. Инженерный журнал «Справочник», Приложение, 2013.-№5, с. 15-21. 9. Костюк А.Г. Численное моделирование нестационарных колебаний после внезапной разбалансировки многоопорного ротора с задеванием о статор // Электрические станции. - 2012. - №9. - С. 33-41. 10. Шатохин В.Ф. Исследование развития обката ротора по статору в условиях разного быстрогодействия систем защиты турбоагрегата // Теплоэнергетика. -2014. - №7. 11. Самсонов Ю.П., Щугорев В.Н. О возможности обкатки ротора при кинематическом воздействии // Материалы XXI международной научно-технической конференции “Машиностроение и техносфера XXI века”, Севастополь 2014. С. 233-235.