

АНАЛИЗ ОБЩЕГО УРОВНЯ ВИБРАЦИИ ГТУ С ПОМОЩЬЮ БАЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Лобов Д.Д, Email: Lobov1137@scientifictext.ru

*Лобов Дмитрий Дмитриевич – студент,
факультет авиационных двигателей энергетики и транспорта,
Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа*

Аннотация: рассмотрен метод анализа общего уровня вибрации с помощью базовых характеристик на примере газотурбинной установки АЛ-31СТ. Для данной установки проанализирована система виброметрирования, обоснован выбор контролируемого параметра. Приведена методика получения базовых характеристик и, на их основе, ограничений, зависящих от оборотов ротора, информативных во всем диапазоне оборотов двигателя. Приведены примеры анализа изделий во время испытаний и эксплуатации, на которых показано преимущество данной методики в виде обнаружения дефекта на ранней стадии развития.

Ключевые слова: ГТУ, вибродиагностика, виброскорость, общий уровень вибрации.

ANALYSIS OF THE GENERAL LEVEL OF VIBRATION OF GTP WITH BASIC CHARACTERISTICS

Lobov D.D.

*Lobov Dmitry Dmitrievich – Student,
FACULTY OF AIRCRAFT ENGINE DESIGN, ENERGY AND TRANSPORTATION ENGINEERING,
UFA STATE AVIATION TECHNICAL UNIVERSITY, UFA*

Abstract: the method of analysis of the general level of vibration by means of basic characteristics on the example of the gas-turbine plant AL-31ST For this installation, the vibrometry system is analyzed. The technique of taking the basic characteristics and on their basis, the restrictions depend on the rotor speed, informative in the full range of gas turbine plant revolutions. Examples of product analysis during testing and operation are given, which show the advantage of this technique in the form of early defect detection.

Keywords: GTP, vibrodiagnostics, vibration speed, general level of vibration.

УДК 53.082.4

В настоящее время производители и эксплуатирующие организации стремятся вести эксплуатацию газотурбинных двигателей (ГТД) в составе газоперекачивающих станций по их техническому состоянию. Это позволяет снизить стоимость эксплуатации, увеличить межремонтный ресурс, снизить трудозатраты на обслуживание, своевременную постановку на ремонт. Большое значение в связи с этим приобретает оснащение агрегатов современным комплексами, позволяющих проводить диагностику технического состояния в процессе их работы, среди которых особое место занимает вибрационная диагностика с современными средствами аналоговой и цифровой вычислительной техники [1], [2].

Самым простым методом вибродиагностики является анализ общего уровня вибрации, в котором анализируется изменение амплитудных значений измеряемого параметра. Данный метод не требует серьезных вычислений, но не позволяет определить природу дефекта, а потому используется для обнаружения серьезных неисправностей и сведения к минимуму их последствий. Для газотурбинных двигателей в качестве вибропараметра чаще всего используется виброскорость, вследствие того, что данная величина имеет наиболее равномерный частотный спектр, а значит информативна в большом диапазоне частот [3].

У метода анализа общего уровня вибрации имеется недостаток, который становится существенным при анализе вибрации газотурбинных установок (ГТУ). Вибрации ГТУ зависят от оборотов ротора, а ограничение по контролируемому параметру в данном методе является статичным. В результате метод неинформативен до выхода двигателя на рабочие обороты. Однако серьезные дефекты зачастую проявляются уже на режиме малого газа, либо на этапе выхода ГТУ на рабочий режим, при этом для минимизации последствий необходимо обнаружить повышенный уровень вибрации именно на этих режимах, поскольку последствия аварии на больших оборотах могут быть серьезнее.

Для привязки контролируемого вибропараметра к оборотам двигателя предлагается использовать базовые характеристики. Под базовой характеристикой (БХ) понимается зависимость вибропараметра от оборотов ротора для исправного двигателя. Построенная БХ будет относиться только к конкретному типу изделий и к конкретному каналу измерения.

В качестве примера была взята ГТУ АЛ-31СТ. У данной установки контролируемым вибропараметром является виброскорость. Измеряется она двумя штатными вибродатчиками,

размещенными на корпусе турбины газогенератора и силовой турбины. Также, поскольку анализировались изделия, проходящие испытания в ПАО УМПО, были задействованы еще 7 стендовых датчиков вибрации.

Ниже (рис. 1) представлена базовая характеристика АЛ-31СТ, построенная для датчика горизонтального направления, расположенного на промежуточном корпусе (канал измерения Гз).

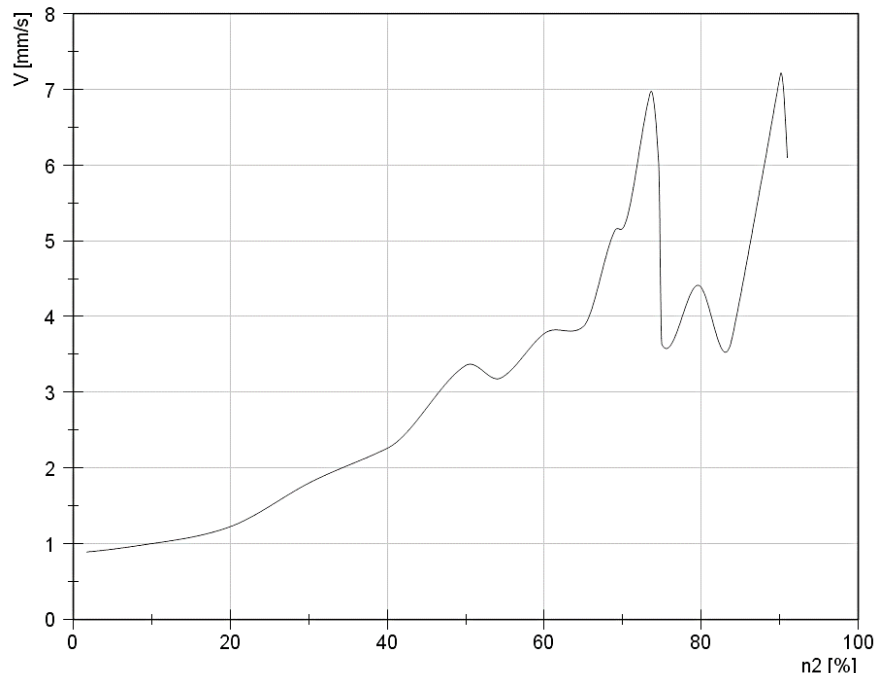


Рис. 1. Базовая характеристика ГТУ АЛ-31СТ по каналу измерения Гз

Для построения БХ были осреднены данные по пяти исправным двигателям, прошедшим акт сдачи газогенератора. Для более удобного восприятия, полученная БХ была многоступенчато преобразована числовым фильтром.

На основе БХ были получены ограничения по виброскорости, зависящие от оборотов ротора высокого давления с помощью формулы

$V_{огр} = (20 \text{ мм/с}) / V_{баз}$, где 20 мм/с – критическое значение виброскорости, согласно существующему ограничению [4], $V_{баз}$ – значение БХ в данной точке, $V_{огр}$ – значение ограничения в данной точке.

Ограничение, зависящее от оборотов ротора высокого давления (плавающее), позволяет определить некоторые дефекты раньше, чем это позволяет статичное. Для примера были рассмотрены испытания газогенератора (ГГ) 15-10, который был снят с акта сдачи по причине повышенной вибрации (дефект опоры КВД). Ниже представлена диаграмма, построенная по данным запуска, в котором было зафиксировано превышение предельного значения виброскорости в вертикальном направлении на корпусе входного направляющего аппарата (канал измерения Вп) – 20 мм/с (рис. 2).

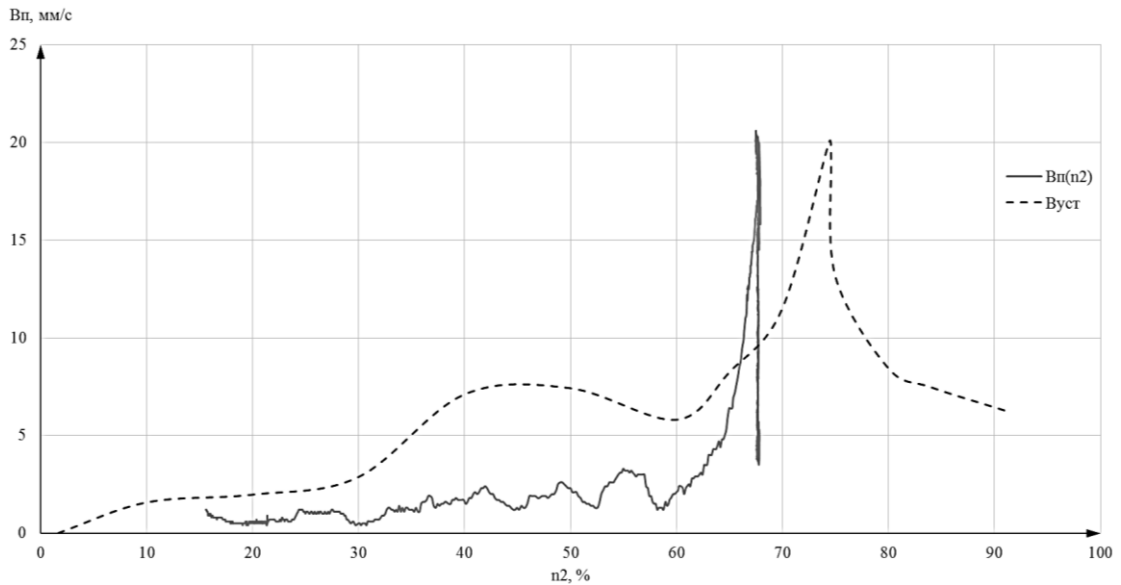


Рис. 2. Диаграмма запуска ГТ 15-10 по каналу измерения V_p

В данном случае было превышено допустимое значение как для ограничения, зависящего от n_2 , так и статического – 20 мм/с. Для наглядной демонстрации преимущества нового ограничения был рассмотрен запуск, предшествующий акту сдачи. На диаграмме (рис. 3) видно, что при тех же оборотах значение виброскорости превышают плавающее ограничение, однако значительно ниже статического (20 мм/с).

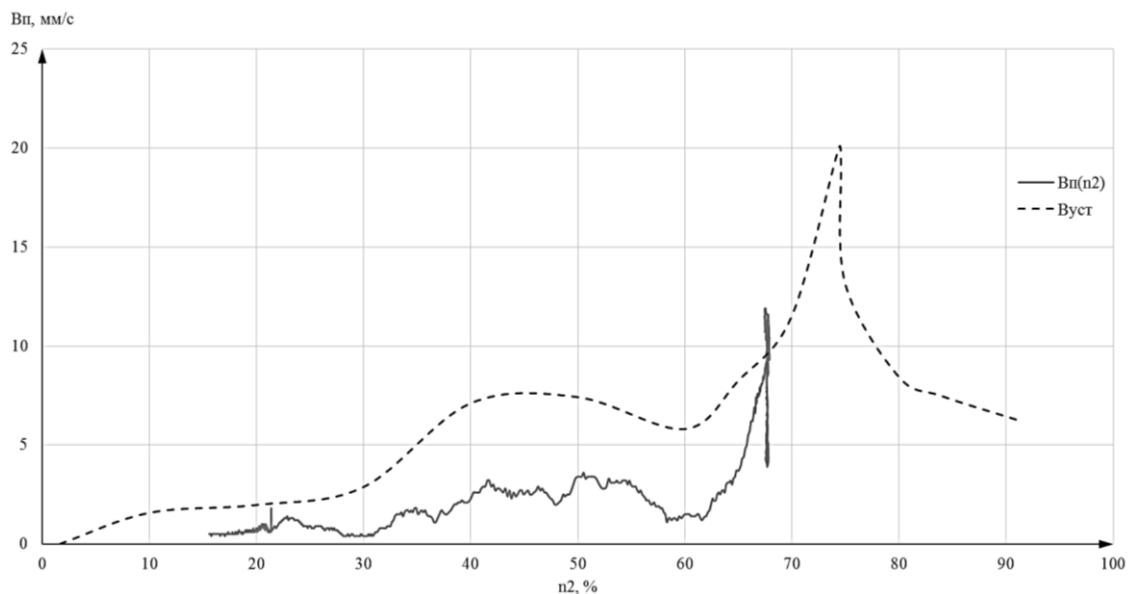


Рис. 3. Диаграмма запуска ГТ 15-10 по каналу измерения V_p

В заключение можно сказать, что метод анализа общего уровня вибрации с помощью базовых характеристик позволяет, по сравнению с обычным, определять наличие дефекта на более ранней стадии развития, а также информативен в области пониженных оборотов, что позволяет снизить эксплуатационные риски.

Список литературы / References

1. Киселев Ю.В. Вибрационная диагностика систем и конструкций авиационной техники // электронное учебное пособие: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, 2010.
2. Арсланов Р.В. Контроль параметров вибрации газотурбинных двигателей в реальном масштабе времени. М.: Вестник УГАТУ. Т. 15. № 1 (41), 2011.
3. Пивоваров В.А. Прогрессивные методы технической диагностики. М.: РИО МГТУГА, 1999. 134 с.
4. Руководство по технической эксплуатации двигателя АЛ-31СТ // 29РЭ 1. Ред. 4. НПО Сатурн.