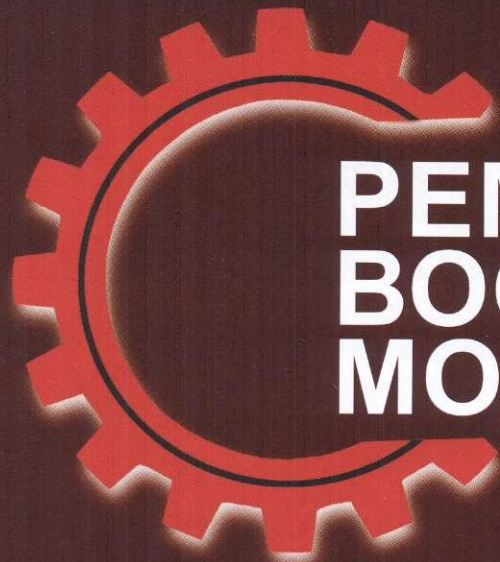
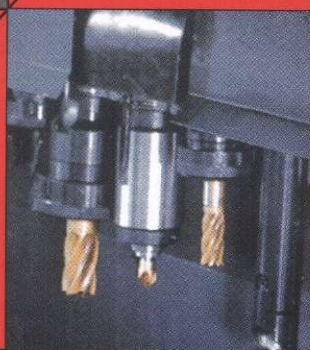




РЕМОНТ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИЯ

РВМ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ,
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



5
2021

● НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

- Быков В.В., Голубев М.И.** Анализ программ по восстановлению деталей зарубежных производителей лесозаготовительной и сельскохозяйственной техники 3

● ПРАКТИКА РЕМОНТА, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ

- Исаев С.П., Еренков О.Ю.** Модернизация технологии и прессового оборудования в производстве клееных деревянных конструкций 8
- Скрябин В.А., Схиртладзе А.Г.** Разработка испытательного стенда для контроля изделий, работающих с высокими оборотами. 12
- Сливинский Е.В., Киселёв В.И.** Совершенствование конструкции ходовых частей тепловоза ТЭП60. 15

● ДИАГНОСТИКА И ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ

- Еремин В.Н., Багаев Л.А., Кочугов С.С., Панасян С.А.** Обоснование диагностических параметров автомобильных средств заправки и транспортирования горючего. 21
- Зорин В.А., Степанов П.В., Стыскин М.М., Трегубов П.Г., Баурова Н.И.** Система проактивного дистанционного обслуживания наземных транспортно-технологических машин 25

● РВМ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

- Габдрашитов И.Р., Назметдинов И.М.** Пункт фильтрации и отстаивания авиационных масел контейнерного типа 28

● УТИЛИЗАЦИЯ И ЭКОЛОГИЯ

- Арчаков Б.М.** Методы рециклинга деталей машин из термопластичных материалов 33

● ОБЩИЕ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

- Лабудин Б.В., Тюрина О.Е., Куницкая О.А., Григорьев И.В.** Анализ напряженно-деформированного состояния армированных деревянных конструкций при изгибе 37
- Панкратьев Д.Д.** Анализ методов изготовления ребер жесткости в кузовных деталях машин, изготовленных из полимерных композиционных материалов 45

Разработка испытательного стенда для контроля изгибов, работающих с высокими оборотами

В.А. СКРЯБИН¹, д-р техн. наук, профессор, А.Г. СХИРТЛАДЗЕ², д-р пед. наук, канд. техн. наук, профессор

¹Пензенский государственный университет, г. Пенза, 440026, РФ

²Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва, 127055, РФ

E-mail: vs_51@list.ru

DOI: 10.31044/1684-2561-2021-0-5-12-14

Поступила в редакцию 01.12.2020

После доработки 22.12.2020

Принята к публикации 26.01.2021

В работе представлена схема привода испытательного стенда для контроля изделий специального назначения, эксплуатация которых производится на высоких оборотах. Установлено, что диаметр крыльчатки, равный 76 мм, обеспечивает требуемый режим работы установки.

Ключевые слова: испытательный стенд, центробежная сила, пневмопривод, крыльчатка.

A scheme of a test bench drive for monitoring special-purpose devices, which operate at high speeds is discussed. It has been established that a impeller diameter of 76 mm provides the required mode of operation of the installation.

Keywords: test bench, centrifugal force, pneumatic drive, impeller.

При производстве изделий, в эксплуатационные характеристики которых входят высокие частоты вращения, актуально проведение испытаний при условиях, адекватных условиям эксплуатации.

Это позволяет выявить причины отказа изделий, связанных с неисправностью внутренней части конструкции, которая часто является достаточно сложной в изготовлении и контроле. Это особенно важно при статистическом контроле больших партий в условиях массового производства, так как сплошной контроль каждой детали сборки нецелесообразен по ряду причин. Ключевым узлом испытательных стендов является система привода, на которую монтируется и адаптируется собственно система контроля для конкретной задачи. Вследствие этого существует необходимость в разработке высокооборотного привода для системы контроля изделий по комплексному признаку (работоспособность/неработоспособность) с целью последующего выявления дефектных партий и устранения брака на производстве.

Основная задача исследований — сконструировать привод, пригодный для обеспечения работоспособности испытательных стен-

дов с высокими оборотами изделий (80 000—100 000 мин⁻¹), работа которых происходит за счет центробежных сил.

В силу специфики проектируемого изделия такие стандартные решения в выборе привода, как асинхронные электродвигатели и пневмомоторы бесконечного вращения роторного типа, применять невозможно из-за низких обеспечиваемых частот вращения. В процессе поиска альтернативных решений были выделены два варианта, в наибольшей степени отвечающие требуемым характеристикам:

- высокооборотный электродвигатель на постоянных магнитах;
- пневмопривод вращательного типа.

Из имеющихся на рынке отечественных продуктов наиболее приемлемым вариантом был признан двигатель с номинальной частотой вращения ротора 60 000 мин⁻¹, мощностью 5,5 кВт. Тип подшипниковых опор — подшипник качения с пластичной смазкой. Охлаждение воздушное принудительное. Масса электродвигателя 7,5 кг.

Однако ввиду особенностей конструкции электродвигателя, сложности его эксплуатации и стоимости было принято решение использо-

вать второй вариант — пневмопривод вращательного действия. Для ускорения разработки были использованы типовые конструктивные решения, применяемые в автомобильной промышленности. 3D модель пневмопривода представлена на рис. 1.

Основные характеристики пневмопривода следующие: диаметр колеса турбины — 76 мм, КПД турбины — 0,68, максимальная частота вращения вала ротора — 100000 мин⁻¹. В качестве опоры применяют гидростатический подшипник. Данное конструктивное решение позволяет существенно повысить общий КПД привода и обладает возможностью регулирования несущей способности за счет изменения давления масла в подшипнике.

На рис. 2 представлена схема проектируемого привода испытательного стенда.

Привод стенда имеет вертикальную компоновку, собственную насосную станцию, пневматическую систему привода и систему торможения шпинделя, систему охлаждения опор шпинделя, а также собственную систему безопасности. Все параметры работы контролируются автоматической системой управления (АСУ) посредством комплекса датчиков.

Контролируемые АСУ параметры следующие:

- вибрация шпиндельного узла;
- скорость вращения шпинделя;
- давление воздуха в системе привода;
- давление масла в системе смазки подшипникового узла;
- положение крышки защитного кожуха;
- температура подшипникового узла;
- положение клапанов системы привода.

Регулируемые параметры:

- давление воздуха в системе привода;
- давление масла в системе смазки подшипникового узла.

Применение привода возможно в стендах статистического контроля производства изделий, контро-

ля работоспособности изделий, работающих с высокими оборотами.

Наиболее важным параметром для турбинных пневматических приводов является необходимая окружная скорость подачи газа на приводную турбину, обеспечивающая заданную частоту вращения выходного вала. Во избежание существенного падения КПД привода необходимо выбрать диапазон диаметров приводной крыльчатки таким образом, чтобы скорость подачи газа была ниже скорости звука в воздухе

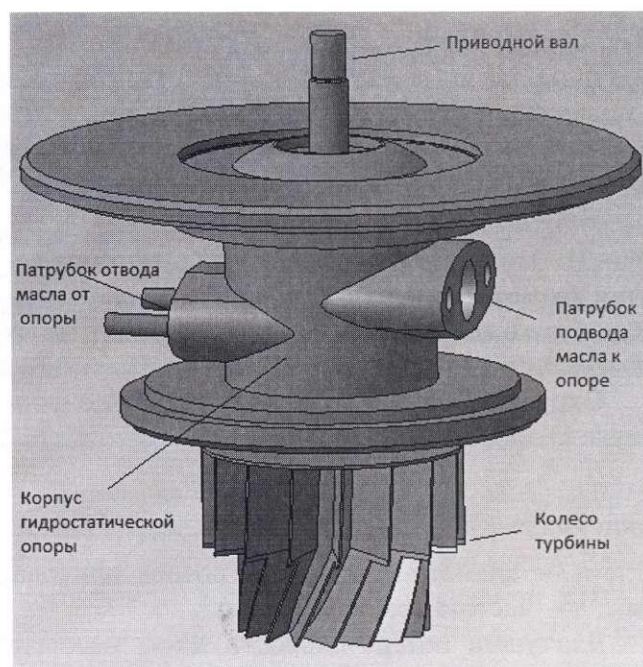


Рис. 1. 3D-модель пневмопривода

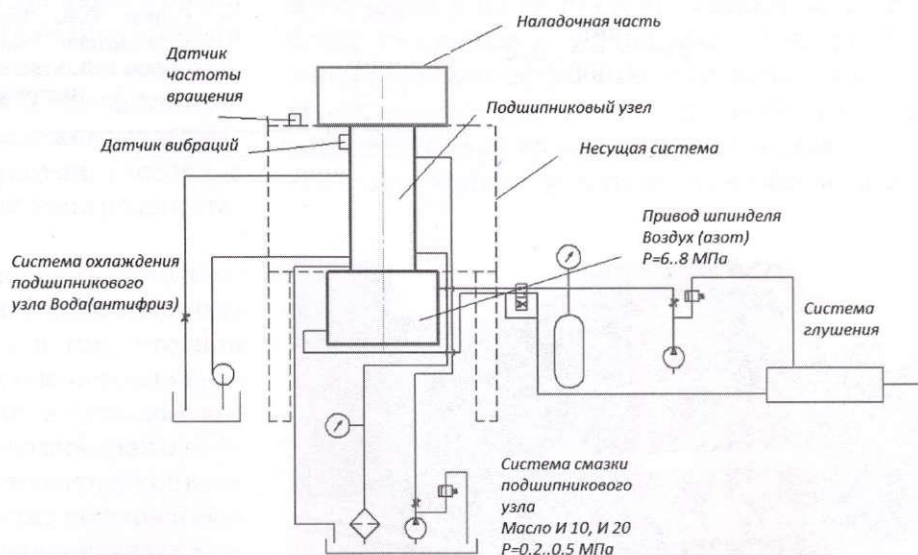


Рис. 2. Принципиальная схема привода испытательного стенда



Рис. 3. График зависимости окружной скорости от диаметра крыльчатки

Построим по данному уравнению график зависимости окружной скорости v от диаметра крыльчатки d при необходимой частоте вращения выходного вала $n = 100\,000$ мин⁻¹ (рис. 3).

Обозначим также на графике скорость звука в воздухе $v_s = 331,46$ м/с.

Точка пересечения прямых $v(d)$ и v_s характеризуется наибольшими значениями диаметра крыльчатки d , при котором скорость течения газа в системе меньше скорости звука v_s . Определим его из известной зависимости:

$$d_{\max} = \frac{60000 \cdot v_s}{\pi n}, d_{\max} = 93 \text{ мм.}$$

Выводы

Следовательно, выбранный диаметр крыльчатки $d = 76$ мм обеспечивает дозвуковой режим скорости течения газа в пневмоприводе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов А.А., Игнатов М.С., Эфрос В.В. Проектирование турбокомпрессоров для наддува поршневых двигателей внутреннего сгорания. Владимир, ВГУ. 2006. 88 с.
2. Липман Г.В., Рошко А. Элементы газовой динамики. М.: Издательство иностранной литературы. 1960. 518 с.
3. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Металлорежущие инструменты. Томск: Изд-во Том. ун-та. 2003. 392 с.
4. Гошко А.И. Арматура трубопроводная целевого назначения. Производство. Испытания. Монтаж. М.: Машиностроение. 2003. 336 с.
5. Скрыбин В.А. Методика испытаний трубопроводной арматуры и шестеренных насосов // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2016. № 1. С. 27–31.
6. Сейнов С.В. Трубопроводная арматура. Исследования. Производство. Ремонт. М.: Машиностроение. 2002. 392 с.
7. Сейнов С.В. Участки для ремонта арматуры. Справочное пособие. М.: Инструмент. 2003. 136 с.

[1–3]. Это также необходимо для предотвращения возможности возникновения ударной волны, что может быть связано с рядом негативных для системы последствий [2–5].

Окружная скорость рассчитывается по формуле [3–7]:

$$v = \frac{\pi d n}{1000}, \text{ м/мин,}$$

где d — диаметр крыльчатки ротора привода, мм; n — частота вращения, мин⁻¹.

Для учета потерь скорости из-за несовершенства формы крыльчатки введем в формулу значение КПД $\eta = 0,68$, получим:

$$v = \frac{\pi d n \eta}{60\,000}, \text{ м/с.}$$