

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Волгоградский государственный университет»

Институт экономики и управления
Кафедра экономики и управления

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему:

Разработка стенда для испытания редукторов малой мощности

Выполнил(а): студент(ка) направления 38.03.01 «Экономика»
Иванова Анна Сергеевна, группа ДЕМО-01

Руководитель: кандидат экономических наук, доцент Петров Игорь Владимирович

Волгоград · 2026

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящён разработке стенда для испытания редукторов малой мощности в условиях ремонтного производства. В работе обоснована конструкция стенда, выполнен кинематический и прочностной расчёт, предложен технологический маршрут изготовления рамы и определены затраты на реализацию. Особое внимание уделено безопасности при испытаниях. Результатом является комплект конструкторской документации и методика проведения испытаний, пригодные для внедрения на участке ремонта.

Ключевые слова: редуктор, испытательный стенд, прочностной расчёт, технология сборки, ремонтное производство.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 1 Анализ технического задания и существующих конструкций 5

2 2 Конструкторская проработка стенда 5

3 3 Кинематический и прочностной расчёт 6

4 4 Технология изготовления и сборки 6

5 5 Организация и экономика проекта 7

6 6 Безопасность и экологичность 8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 9

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 10

ПРИЛОЖЕНИЕ А 11

ВВЕДЕНИЕ

Развитие ремонтных участков требует доступных средств контроля технического состояния редукторов после сборки. Серийные испытательные стенды ориентированы на крупные производства и часто избыточны по нагрузочным режимам. Для малых редукторов с крутящим моментом до 50 Н·м необходима компактная установка, позволяющая проверять плавность вращения, нагрев и уровень шума.

Проект выполняется как инженерная разработка с конструкторской, расчётной и технологической частями. В пояснительной записке приведены обоснование схемы стенда, проверка основных элементов на прочность, маршрут изготовления рамы и оценка затрат. Практическая значимость состоит в возможности изготовить стенд силами ремонтного участка и использовать его для входного и послеремонтного контроля.

Цель работы — Разработать конструкцию стенда для испытания редукторов малой мощности и обосновать технологичность его изготовления.

Задачи работы:

1. Проанализировать техническое задание и существующие конструкции стендов.
2. Выполнить конструкторскую проработку стенда и проверочные расчёты.
3. Разработать технологический маршрут изготовления и сборки основных элементов.
4. Оценить затраты на изготовление и меры безопасности при испытаниях.

Объект исследования — процесс испытания редукторов малой мощности

Предмет исследования — конструкция стенда и методика его применения

Методы исследования: анализ технической документации, кинематический расчёт, прочностной расчёт, сравнение конструкций-аналогов, экономическая оценка.

Практическая значимость. комплект конструкторской документации и методика испытаний могут быть использованы на участке ремонта для послеремонтного контроля редукторов

1 1 Анализ технического задания и существующих конструкций

На первом этапе выполнен анализ технического задания: определены диапазон крутящих моментов 5–50 Н·м, частота вращения 500–3000 об/мин и требования к точности измерения. Рассмотрены условия эксплуатации на участке ремонта, доступная оснастка и ограничения по массе стенда. Это позволило зафиксировать перечень обязательных функций и исключить избыточные режимы, не востребованные в ремонтном производстве.

Сравнение существующих стендов показало, что серийные установки обеспечивают высокую точность, но имеют большую массу и стоимость. Для проектируемого стенда принята схема с регулируемым приводом и датчиком момента. Выбранная компоновка позволяет проводить испытания без снятия крышки редуктора и сокращает время подготовки к контролю.

Таблица 1 – Сравнение стендов-аналогов

Параметр	Стенд И-125	Стенд ДМ-3	Проектируемый стенд
Максимальный крутящий момент, Н·м	125	50	50
Диапазон частоты вращения, об/мин	200–1500	500–3000	500–3000
Погрешность измерения момента, %	±2,5	±1,5	±1,0
Масса, кг	420	180	160
Автоматическая запись	нет	частичная	полная

Источник: Составлено автором по данным [1; 4; 7]

2 2 Конструкторская проработка стенда

Стенд включает основание, приводной двигатель, муфту, датчик крутящего момента и узел установки испытуемого редуктора. Рама выполнена сварной из профильной трубы, что снижает массу и упрощает изготовление. Посадочные элементы предусматривают быструю замену переходных фланцев под разные типоразмеры редукторов.

Привод обеспечивает плавное регулирование частоты вращения в заданном диапазоне. Для контроля температуры установлен бесконтактный датчик, для оценки шума — шумомер. Компоновка стенда позволяет обслуживать узлы с одной стороны и размещать его на площади не более 1,2 × 0,7 м.

Таблица 2 – Технические характеристики стенда

Параметр	Значение
Максимальный крутящий момент, Н·м	50
Частота вращения, об/мин	500–3000
Мощность приводного двигателя, кВт	2,2
Погрешность измерения момента, %	±1,0
Габариты, мм	1200×700×1100
Масса, кг	160

Источник: Разработано автором

3 3 Кинематический и прочностной расчёт

Кинематический расчёт определил передаточное отношение и диапазон частот вращения. При номинальном режиме крутящий момент на валу составляет 42,0 Н·м, что не превышает допустимое значение 45,0 Н·м. Выбранный двигатель обеспечивает запас по мощности для кратковременных перегрузок при пуске.

Прочностной расчёт вала и рамы выполнен для наиболее нагруженного режима. Контактное напряжение в зубчатом зацеплении составило 486 МПа при допускаемом 520 МПа, напряжение изгиба — 118 МПа при допускаемом 140 МПа. Коэффициент запаса 1,7 подтверждает работоспособность конструкции.

Таблица 3 – Результаты проверочных расчётов

Показатель	Расчётное значение	Допустимое значение
Крутящий момент на валу, Н·м	42,0	45,0
Контактное напряжение, МПа	486	520
Напряжение изгиба, МПа	118	140
Коэффициент запаса	1,7	1,5
Прогиб вала, мм	0,12	0,20

Источник: Расчёты автора

4 4 Технология изготовления и сборки

Технологический процесс изготовления рамы включает разметку, резку заготовок, сварку, отжиг и механическую обработку посадочных поверхностей. Отжиг снижает сварочные напряжения и стабилизирует геометрию перед

финишной обработкой. Для контроля прямолинейности применяются линейка и штангенциркуль.

Сборка стенда выполняется последовательно: установка рамы, монтаж двигателя, центровка муфты, крепление датчика и проверка холостого хода. Особое внимание уделяется соосности валов. После сборки проводится обкатка без нагрузки и проверка отсутствия повышенной вибрации.

Таблица 4 – Маршрут изготовления рамы

Операция	Оборудование	Норма времени, мин
Разметка	Верстак слесарный	25
Резка заготовок	Ленточнопильный станок	40
Сварка	Полуавтомат ММА-250	90
Отжиг	Печь сопротивления	120
Механическая обработка	Фрезерный станок 6Р82	70
Контроль	Штангенциркуль, линейка	20

Источник: Разработано автором

5.5 Организация и экономика проекта

Затраты на изготовление стенда определены по статьям: материалы, покупные изделия, оплата труда, страховые взносы и накладные расходы. Расчёт выполнен для изготовления в условиях ремонтного участка без привлечения сторонней организации. Итоговая смета составляет 500,4 тыс. руб.

Экономический эффект достигается за счёт отказа от передачи редукторов на сторонние испытания и сокращения простоев оборудования. Стенд может использоваться для нескольких типоразмеров редукторов после замены переходных фланцев. Срок окупаемости уточняется по фактической загрузке участка.

Таблица 5 – Смета затрат на изготовление стенда

Статья	Сумма, тыс. руб.
Материалы и комплектующие	186,0
Покупные изделия	94,0
Оплата труда	128,0
Страховые взносы	38,4
Накладные расходы	54,0
Итого	500,4

Источник: Расчёт автора

6.6 Безопасность и экологичность

При испытаниях возможны шум, поражение электрическим током и контакт с вращающимися частями. Для снижения риска предусмотрены защитный кожух муфты, заземление корпуса и устройство защитного отключения. Пуск разрешается только после установки ограждений и проверки крепления редуктора.

Экологические аспекты связаны с утилизацией отходов металла и отработанной смазки. На участке предусмотрены отдельные ёмкости для сбора обтирочного материала и отработанного масла. Освещение и вентиляция рабочей зоны приняты по действующим санитарным требованиям.

Таблица 6 – Опасные и вредные факторы

Фактор	Источник	Мера снижения
Шум	Приводной двигатель	Кожух, наушники
Электрический ток	Питание 380 В	Заземление, УЗО
Вращающиеся части	Муфта, вал	Защитный кожух
Тяжёлые элементы	Рама, редуктор	Подъёмное устройство

Источник: Составлено автором по данным [2; 9]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проекта разработан стенд для испытания редукторов малой мощности, обоснованы его конструкция и основные параметры. Проверочные расчёты подтвердили работоспособность вала и рамы при номинальном режиме. Технологический маршрут ориентирован на изготовление в условиях ремонтного участка.

Практическая значимость работы состоит в возможности послеремонтного контроля редукторов без обращения к сторонним испытательным центрам. Комплект документации может быть передан на участок для изготовления опытного образца. Дальнейшее развитие проекта связано с автоматизацией записи результатов и расширением набора переходных фланцев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. — Москва : Стандартинформ, 2019. — 28 с.
2. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. — Москва : Изд-во стандартов, 1991. — 12 с.
3. Иванов, А. П. Технология машиностроения : учебник / А. П. Иванов. — Москва : Высшая школа, 2021. — 312 с.
4. Петров, С. Н. Испытания механических передач : практикум / С. Н. Петров. — Санкт-Петербург : Политехника, 2020. — 184 с.
5. Сидоров, В. А. Детали машин и основы конструирования : учебное пособие / В. А. Сидоров. — Москва : Инфра-Инженерия, 2022. — 256 с.
6. Кузнецов, И. М. Сварные конструкции в машиностроении / И. М. Кузнецов. — Екатеринбург : Урал. ун-т, 2019. — 148 с.
7. Смирнов, Д. В. Стендовое оборудование для ремонта агрегатов / Д. В. Смирнов // Ремонт и восстановление. — 2021. — № 4. — С. 22–27.
8. Орлов, П. А. Методика прочностных расчётов приводов / П. А. Орлов. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 96 с.
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к организации работы с оборудованием. — Москва : Минздрав России, 2003. — 24 с.
10. Фёдоров, А. Н. Экономика ремонтного производства / А. Н. Фёдоров. — Москва : Юрайт, 2021. — 210 с.
11. Ершов, М. Ю. Проектирование технологической оснастки / М. Ю. Ершов. — Казань : КНИТУ, 2019. — 132 с.
12. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности : учебник / С. В. Белов. — Москва : КноРус, 2022. — 408 с.
13. Никитин, О. В. Диагностика редукторов по параметрам шума / О. В. Никитин // Вестник машиностроения. — 2020. — № 7. — С. 41–45.
14. Громов, Р. С. Организация участка ремонта / Р. С. Громов. — Самара : СамГТУ, 2021. — 88 с.
15. Тарасов, К. И. Инженерные расчёты в проектировании / К. И. Тарасов. — Москва : Академия, 2019. — 176 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация основных сборочных единиц стенда

В спецификации приведены основные сборочные единицы и покупные изделия, входящие в состав стенда.

Таблица А.1 – Спецификация стенда

Позиция	Наименование	Количество
1	Рама сварная	1
2	Приводной двигатель	1
3	Датчик крутящего момента	1
4	Узел установки редуктора	1
5	Кожух муфты	1
6	Пульт управления	1