

8 производства ПАО "Миллеровосельмаш") / А.А. Завражнов, А.И. Завражнов, А.А. Земляной [и др.] // Наука в центральной России. – 2021. – № 6(54). – С. 17–29. DOI: 10.35887/2305-2538-2021-6-17-29.

Summary. The proposed stand increases the efficiency of maintenance, repair, and pre-sowing adjustment of precision seeders. The introduction of a special stand for adjusting, diagnosing, and servicing seeders reduces the time and labor required to prepare the equipment for the sowing season, improves the quality of seeding, and reduces seed loss.

УДК 657.47

Кочетов Н.В., кандидат технических наук, доцент;
Миранович О.Л., кандидат технических наук, доцент;
Подорожня И.В.

ОАО «Приборостроительный завод Оптрон», г. Минск, Республика Беларусь

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Аннотация. В статье показан опыт научно-экспериментального предприятия ОАО «Приборостроительный завод Оптрон» по организации производства специального научного оборудования – испытательного стенда для двухколёсного индивидуального транспортных средств. Серийное производство недорогого отечественного электротранспорта, предназначенного для использования в условиях грунтовых дорог (в сельской местности и лесном хозяйстве) планируется освоить в ближайшие годы.

Abstract. The article shows the experience of the scientific and experimental enterprise OJSC "Instrument-Making Plant Optron" in organizing the production of special scientific equipment - a test bench for two-wheeled individual vehicles. Serial production of inexpensive domestic electric transport intended for use in conditions of unpaved roads (in rural areas and forestry) is planned to be mastered in the coming years.

Ключевые слова: испытательный стенд, калькуляция себестоимости индивидуального производства, динамические нагрузки, датчики.

Keywords: test bench, calculation of the cost of individual production, dynamic loads, sensors.

Введение. При создании электромотоциклов возникла задача всесторонних испытаний объекта для достижения заданных характеристик. Рассматривалось два варианта решения задачи: приобретение готового испытательного стенда или изготовление стенда оригинальной конструкции.

За пределами Беларуси основными изготовителями являются «Motomea Testing Systems» (США), «Dinolab», «Промотекс» (Российская федерация), «Hofmann TeSys Prüftechnik» GmbH (Германия), «Taian Dongtai Machine Manufacturing» Co. (Китай). Отличительной чертой зарубежных

изготовителей являются узкая специализация, высокие цены, избыточные функциональные особенности, за которые приходится платить. При индивидуальной поставке по заказу потребителя цены существенно растут.

В результате анализа был выбран второй вариант. В реальной действительности применение рассматриваемого оборудования может позволить:

повысить качественный уровень продукции, обеспечивается экономия энергии, снизить влияние человеческого фактора на некоторые процессы, улучшить условия труда путём автоматизации и контроля процесса.

В работе приведено описание объекта и особенности его разработки. Особое внимание уделено обоснованию выбора конструкции, технологии изготовления, исходя из имеющихся у ОАО «Приборостроительный завод Оптрон» наработок.

Работа над созданием проводилась в несколько этапов. Первоначально задавались параметры стенда на основе характеристик электромотора. Потом проводились проектные работы, выбор варианта конструкции, выполнялись необходимые расчёты. После чего было изготовление, приобретение комплектующих, отладка и испытания.

Все работы проводились коллективом предприятия на производственной базе ОАО «Приборостроительный завод Оптрон» НАН Беларуси.

Выбор варианта изготовления. В последние годы особое значение приобрели санкционные ограничения, которые существенно повысили стоимость логистики поставки. Это существенно повысило сроки поставки и реальную цену приобретения. Обычно поставкой сложного оборудования дело не заканчивается: необходимо пригласить поставщика для установки, отладки оборудования для доведения его до состояния первоначальных показателей, инструктажа и обучения персонала потребителя. В итоге отечественная экономика взяла курс на развитие собственного производства и импортозамещение.

Эта тенденция коснулась и ОАО «Приборостроительный завод Оптрон».

При этом проявились положительные моменты. Предприятие имеет собственную базу технологического металлообрабатывающего оборудования, соответствующий кадровый штат, хороший конструкторско-технологический отдел. Работа в рамках одного предприятия позволяет быстрее решать организационно-распорядительные мероприятия, согласования, оперативно устранять возникающие в процессе создания объекта вопросы. Имеющиеся ресурсы используются интенсивнее.

Характеристики стенда. Исходя из требований к характеристикам электромоторов, разрабатываемых ОАО «Приборостроительный завод Оптрон», с учётом среднесрочных перспектив выпускаемой продукции, было составлено техническое задание на разрабатываемый испытательный стенд, таблица 1.

Таблица 1 – Характеристики испытательного стенда «eMotoСтенд-1»

Показатель	Значение
Диапазон частоты вибраций и ударов	0...300 Гц
Диапазон скорости	0...120 км/ч
Максимально допустимая масса транспортного средства	250 кг
Масса стенда не более	700 кг

Конструкция стенда должна быть из недорогой конструкционной стали и других доступных элементов отечественного производства. Номенклатура покупных элементов должны быть доступны на рынке.

В процессе проектирования технические характеристики испытательного стенда были существенно расширены и уточнены. Это было вызвано предполагаемым расширением номенклатуры испытываемых транспортных средств с учётом перспективы на 5-10 лет, таблица 2.

Таблица 2 – Дополненные характеристики испытательного стенда

Показатель	Значение
Диапазон регулирования амплитуды динамических сил	0...500 кДж
Диапазон измерений датчика крутящего момента	0...300 Н·м
Диапазон регулировки колесной базы	800...1500 мм
Диапазон измерения размаха виброперемещения	1...1000 мкм;
Диапазон рабочих частот при измерении виброускорения	2...10000 Гц
Диапазон рабочих частот при измерении виброскорости	10...2000 Гц
Диапазон рабочих частот при измерении виброперемещения	10...1000 Гц

Целесообразно использовать рамную конструкцию каркаса с использованием труб. Жёсткость конструкции обеспечивается на основе треугольных элементов. После проработки нескольких вариантов эскизных проектов, были рассчитаны ориентировочные калькуляции изготовления каждого из вариантов конструкции.

Точность и достоверность результатов испытаний определяется типом применяемой измерительной аппаратуры и регистрирующих технических средств. Достоверный выбор технических средств оказывает влияние на качество испытательного процесса. Основными элементами регистрирующей технической системы являются датчики.

Экономический анализ затрат

При анализе был проработан определённый объём специальной литературы [1-5].

Поскольку затраты были неоднородными, необходимо было их разгруппировать. На практике есть несколько видов группировок [2, 3]. За основу взяли группировку по способу отнесения на себестоимость (прямые и косвенные расходы). При этом опирались на нормативную базу [6] и методические рекомендации [7 - 9].

Прямые расходы составили сумму всех затрат, непосредственно идущих на стенд. Важное значение имеет стоимость металла и прокатных профилей, которые производятся в Союзном государстве в достаточном количестве, в широком ассортименте и по приемлемым, ниже общемировых, ценам. Некоторые изделия, например датчики, предприятие может приобрести в дружественных странах, таблица 3.

Таблица 3 – Оборудование, покупные изделия и материалы (ориентировочно)

№	Наименование оборудования	Вид (марка)	Кол. шт.
1	Переносной регистратор-анализатор	Регистратор электронный многоканальный Ф1772	1
2	Весы платформенные	ВСП4- 1000.2В9 1000* 750	2
3	Датчик крутящего момента $\pm 300\text{Н}^*\text{м}$	МА20В-300-Т45/USB	3
4	Прочие датчики		
5	Компьютер	(монитор, мышь, клавиатура, системный блок)	1
6	Металл в ассортименте	(сталь, алюминий, дюралюминий и т.д.)	-
7	Крепёж и расходные материалы	(болты, винты, гайки, шайбы, шплинты припой, флюс, изолента)	-
8	Пневмосистема	пневмоцилиндры 10, пневмоклапаны 2-3, манометры 10	-
9	Комплектующие в ассортименте и запасные части	реле, кабели, датчики, платы, платы управления, контроллеры и др.	-

При проектировании оригинальной рамной конструкции большое влияние имеют геометрические параметры используемых элементов рамы (размеры, материал и конфигурация профиля). Жёсткость рамной конструкции будет также зависеть от структуры сочленения элементов рамы. Возможно множество вариантов конструкции. После технических расчётов часть из вариантов была отклонена как не удовлетворяющая требованиям технического задания. Оставшиеся варианты конструкции анализировались на предмет экономических показателей. Из материала рамного каркаса был выбран сплав на основе алюминия. Обладая невысоким весом алюминиевые рамы могли иметь несколько сечений профиля, которые позволяли добиться необходимой жёсткости конструкции. Виды рассматриваемых профилей приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Варианты используемого профиля элементов рамы

Вариант	Название	Особенности
А	Круглая труба	Равнопрочная и равножесткая, повышенная сложность монтажа и сборки
Б	Квадратная труба	Пониженная жесткость при изгибе
В	Сочетание квадратной трубы и уголка	Повышенная сложность при монтаже
Г	Профильная труба	Оптимальное сочетание прочности и жесткости при сложной нагрузке

Укрупнённый расчёт себестоимости изготовления элементов рамной конструкции в зависимости от профиля сечения включает в себя стоимость изготовления элементов рамной конструкции, механосборочные работы, контроль и испытание на прочность, жёсткость, сохранение целостности при сложных динамических нагрузках. Результат расчётов приведён в таблице 5.

Таблица 5 – Себестоимость изготовления вариантов рамной конструкции (без учёта других составляющих, которые примерно одинаковы), тыс. руб.

Вид работ	Вариант рамной конструкции			
	А	Б	В	Г
Поиск и покупка материала	0,9	1,1	1,2	1,1
Механическая обработка	1,3	1,2	0,9	0,5
Сборка	3,5	2,8	2,9	3,2
Всего	5,7	5,1	5,1	4,9

Для рамной конструкции было принято решение использовать алюминиевый конструкционный профиль AlMg0,7Si 6063 T6 по ГОСТ 22233-2018 так как он соответствует необходимой жёсткости, прочности и простоты сборки.

Косвенные расходы вызвали определённые сложности, поскольку завод имеет несколько направлений деятельности. Подобная проблема имеет место и в зарубежной практике [10].

Поэтому мы допустили некоторые упрощения: 1) трудоёмкость производства сварочных и механосборочных работ; 2) затраты на отладку и регулировку были приняты примерно одинаковыми для всех вариантов.

Выводы. Широкое развитие кооперации, международной торговли, аутсорсинга не исключает изготовление отдельных видов продукции собственными силами. Это оправданно, если предприятие имеет собственную производственную базу, есть квалифицированные специалисты, а изготавливаемый объект достаточно сложный и имеет специфику применения.

Такой подход позволяет сократить время заказа объекта, избежать многочисленных согласований с изготовителем, уточнений и ошибок, обойти санкционные ограничения. При этом предприятие не переплачивает за брендовую составляющую, за избыточные опции, которые добавляют поставщики, за таможенные затраты и страховку, логистику поставок.

Список использованной литературы

1. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности и нормативное калькулирование: учеб.-метод. пособие / Г. В. Савицкая. – 2-е изд. – Минск: Новое знание, 2022. – 312 с.
2. Алексеев, В. С. Калькуляция и сметное нормирование в приборостроении: учебное пособие / В. С. Алексеев. – СПб.: Лань, 2023. – 245 с.
3. Баранов, П. А. Ценообразование на инновационную продукцию машиностроения: монография / П. А. Баранов, К. Р. Сидорова. – М.: ИНФРА-М, 2024. – 189 с.
4. Кочетов, Н.В. Аналитические модели повышения конкурентоспособности машиностроения. Минск: Право и экономика, 2020. 234 с.

5. Любушкин, Н. П., Бабичева, Н. Э. Финансовый анализ: учебник. М.: Эксмо, 2010. – 336 с.

6. Об утверждении Основных положений по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг): постановление Минэкономики Респ. Беларусь от 12.12.2022 № 187 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

7. Богданович, А. И. Методы калькулирования себестоимости в промышленности Республики Беларусь: современные подходы / А. И. Богданович. – Минск: БелНИИЭ, 2022. – 156 с.

8. Калькулирование себестоимости в условиях цифровизации: сб. науч. тр. / под ред. Л. П. Савицкой. – Минск: БГЭУ, 2023. – 210 с.

9. Коротков, А. Д. Сметное дело в приборостроении: Справочник / А. Д. Коротков. – М.: Академия, 2022. – 312 с.

10. Роберт С. Каплан, Робин Купер. Функционально-стоимостной анализ. Практическое применение. Williams, 2007, 352 с.

УДК 631.333 –189.2

Жешко А.А., кандидат технических наук, доцент

РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрен алгоритм вычисления эксплуатационных показателей машин для внесения твердых минеральных удобрений.

Annotation. The design features of technical means for high-precision application of solid mineral fertilizers are considered.

Ключевые слова: разбрасыватель удобрений, коэффициент использования времени смены, производительность, расход топлива, алгоритм, эксплуатационные показатели.

Keywords: fertilizer spreader, shift time utilization factor, productivity, fuel consumption, algorithm, operational indicators.

Технические средства химизации земледелия являются машинами общего назначения, которые используются для обработки всех сельскохозяйственных культур [1]. К ним относятся комплексы машин для внесения твердых и жидких минеральных удобрений; твердых, жидких и полужидких органических удобрений, химических мелиорантов и пестицидов. Приоритет названных машин подтверждается тем, что доля их использования в технологиях возделывания всех без исключения сельскохозяйственных культур составляет 40 % и более [2], включая основное, припосевное, подкормочное внесение удобрений, операции по борьбе с вредителями, сорняками и болезнями при уходе за