

РАЗРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ КРОВИ

Прибытков А. А.¹ (ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук Кораблев В. А.¹

¹Университет ИТМО
pribitcov55f@gmail.com

Введение

Современная медицина и фармацевтика сегодня остро нуждаются в пересмотре подходов к логистике биоматериалов, поскольку традиционные методы не всегда справляются с защитой критически важных грузов. Главным вызовом остается транспортировка образцов крови, где соблюдение стабильного режима в +4°C является не просто рекомендацией, а базовым условием сохранения биологических свойств. Любое отклонение от этой нормы запускает необратимые процессы деградации, что ставит под сомнение точность медицинских исследований и безопасность пациента. Именно поэтому отрасль переходит к созданию высокотехнологичных транспортных систем, которые объединяют в себе прецизионный термоконтроль и повышенную физическую прочность, позволяя нивелировать риски при интенсивном движении и агрессивном воздействии внешней среды [1].

Основная часть

В рамках данного исследования была спроектирована транспортная холодильная камера, интегрированная в автомобиль Lada Granta Prima. Выбор этого транспортного средства обусловлен его широким распространением, приспособленностью к эксплуатации в российских условиях и оптимальным соотношением стоимости и доступности сервисного обслуживания [2]. Проектная документация учитывает действующие нормативы по габаритам транспортных средств, обеспечивая при этом максимальную загрузку и соблюдение всех требований к условиям перевозки биоматериалов. Внутренний объем камеры составляет 7 м³, а для эффективной теплоизоляции применены сэндвич-панели толщиной 80 мм. Для удобства размещения и доступа к грузу внутри камеры предусмотрена система из шести-ярусных выдвижных стеллажей, общая масса которых составляет 310 кг.

На основе проведенных расчетов тепловой нагрузки была определена требуемая холодопроизводительность системы в 7 кВт. Для реализации этой задачи была выбрана холодильная установка TerraFrigo G3 S50, обладающая холодопроизводительностью 7,582 кВт и использующая хладагент R404A. Установка оснащена современной электронной системой управления, которая осуществляет непрерывный мониторинг и регулирование температуры, а также ведет запись всех параметров, что позволяет документально подтвердить соблюдение условий «холодовой цепи». Энергоснабжение компрессорной установки реализовано посредством гибридной системы (генератор в сочетании с аккумулятором), что гарантирует автономную работу до 35 минут при выключенном двигателе, что является ключевым фактором для сохранения биоматериалов во время остановок и загрузки/разгрузки [3].

Расчеты показали, что максимальное время нахождения контейнера с кровью вне холодильной камеры (в процессе погрузки или выгрузки) не превышает 7,6 минут, что соответствует требованиям по сохранности материала. Экономический анализ проекта продемонстрировал капитальные вложения в размере около 2,3 миллиона рублей и ежедневные эксплуатационные расходы порядка 1200 рублей, подтверждая экономическую целесообразность предложенного решения.

Выводы

Представленная разработка транспортной холодильной камеры на базе автомобиля Lada Granta Prima, оснащенной холодильной установкой TerraFrigo G3 S50 и гибридной системой электропитания, представляет собой высокоэффективное и надежное решение для безопасной транспортировки цельной крови. Проект обеспечивает строгий контроль температурного режима, механическую защиту биоматериалов и возможность автономной работы, что существенно повышает надежность и качество медицинской логистики. Данная концепция может быть успешно внедрена в практику малых медицинских предприятий и обладает потенциалом для дальнейшей адаптации к беспилотным транспортным системам.

Литература

1. ГОСТ Р 53420-2009. Кровь донорская и ее компоненты. Общие требования к обеспечению качества при заготовке, переработке, хранении и использовании донорской крови и ее компонентов. — Введ. 2010-09-01. — М.: Стандартинформ, 2009. — 17 с.
2. Lada Granta Prima. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lada.ru/cars/granta/granta-prima> (дата обращения: 23.02.2026).
3. TerraFrigo G3 S50. [Электронный ресурс]. URL: <https://terrafrigo.ru/catalog/holodilnye-ustanovki/terrafrigo-g3-s50/> (дата обращения: 23.02.2026).