

УДК 621.982.5.1

ГУСАРОВ И.А., студент гр. ХОБ-221 (КузГТУ)
НЕМЧАНИНОВ С.Г., студент гр. ТАТ-242 (КузГТУ)
Научный руководитель УШАКОВА Е.С., к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

ВЫПРЯМЛЕНИЕ ВМЯТИН: ПЕРЕХОД ОТ ТРАДИЦИОННОГО РЕМОНТА К ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

В процессе эксплуатации кузов автомобиля неизбежно подвергается механическим воздействиям, приводящим к образованию вмятин. Наиболее распространенными причинами являются последствия града, незначительные парковочные столкновения или удары от вылетевших из-под колес камней. Визуально деформация может локализоваться на любых элементах кузова – от крыши и капота до дверей и арок, нарушая эстетику автомобиля и снижая его рыночную стоимость.

До недавнего времени общепринятый подход к устранению таких дефектов подразумевал сложный и многоэтапный процесс, связанный с нарушением заводского ЛКП [1, 2]. Классическая технология ремонта включает в себя грубое механическое воздействие (выстукивание), шпатлевание и последующую окраску. Этот процесс крайне материалоемок: поврежденная зона зачищается до голого металла, после чего наносится полиэфирная шпаклевка, представляющая собой двухкомпонентную систему на основе ненасыщенных полиэфирных смол, отверждаемых пероксидными инициаторами (пероксидом циклогексанона). Затем наносится слой грунта (эпоксидного или акрилового) и финишное покрытие на основе алкидных или меламиноформальдегидных смол, образующих прочную полимерную сетку [3, 4]. Каждый этап требует времени на полимеризацию (сшивку макромолекул) и промежуточную шлифовку, что растягивает ремонт на срок от 1 до 3 дней.

Такой подход создает риски несовпадения оттенка краски, снижения коррозионной стойкости кузова (из-за нарушения пассивирующего оксидного слоя металла) и потери остаточной стоимости автомобиля [1, 4]. С точки зрения организации производства, этот метод генерирует колоссальные потери: перерасход материалов, простой автомобиля, риски брака и наличие вредных для экологической обстановки выбросов летучих органических соединений (ЛОС), таких как ксилол, толуол и ацетон, используемых в качестве растворителей [5].

Цель работы: в условиях современного рынка автоуслуг конкуренция требует от сервисов не только качества, но и скорости, экономичности и экологичности. Существующая проблема неэффективности традиционного ремонта решается путем применения методов бережливого производства. Цель данной работы – показать, как изменение подхода к выпрямлению вмятин, а именно внедрение технологии вакуумной рихтовки, позволяет кардинально сократить производственные потери и повысить эффективность.

В парадигме бережливого производства любой процесс, не создающий ценности для клиента, классифицируется как потеря. Традиционный ремонт с окраской является источником таких потерь. Технология вакуумной рихтовки (беспрокрасочного удаления вмятин) позволяет полностью исключить эти издержки за счет принципиального изменения процесса [6].

Вакуумная рихтовка – это физико-механический метод, при котором дефект выравнивается с помощью специального оборудования. Пистолет создает локальное разряжение воздуха над вмятиной, и под действием атмосферного давления металл, сохраняя упругость и пластичность (благодаря отсутствию деформации кристаллической решетки за пределы текучести), возвращается в исходное положение. Ключевым условием является целостность заводского ЛКП, то есть сохранение адгезии между слоями эмали и металлом, а также целостность самой полимерной пленки покрытия [5].

С точки зрения бережливого производства, вакуумная рихтовка демонстрирует следующие преимущества:

1) Устранение потерь материалов. Из себестоимости операции полностью исключаются шпаклевка (полиэфирные компаунды), грунт, краска, лак и абразивы. Расходные материалы сводятся к минимуму, что снижает прямые затраты сервиса и решает экологическую проблему утилизации токсичных отходов и испарения ЛОС [6, 7].

2) Сокращение времени (потерь ожидания). Ремонт, занимающий в традиционном цикле дни, выполняется за 30-90 минут, так как отсутствуют этапы химической полимеризации материалов. Это повышает пропускную способность поста [5, 6].

3) Исключение потерь от брака и переделок. Сохранение заводского ЛКП гарантирует отсутствие проблем с несовпадением цвета (метамерии) или отслоением краски из-за нарушения межслойной адгезии. Риски повторных обращений сводятся к нулю [5].

4) Сохранение качества (ценности для клиента). Для потребителя главной ценностью является сохранение заводского покрытия автомобиля, выступающего в роли барьерного слоя, предотвращающего электрохимическую коррозию металла (окисление железа с образованием $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Клиент получает уверенность в сохранении инвестиционной привлекательности автомобиля [1, 5].

Для значительной части владельцев автомобилей премиального сегмента, а также для тех, кто планирует продажу в течение 1-3 лет, критически важным фактором является сохранение оригинального заводского ЛКП на всех панелях кузова. Даже идеально выполненная локальная окраска фиксируется толщиномером, что на вторичном рынке интерпретируется как «автомобиль битый, крашенный» и снижает ликвидность на 10-30% в зависимости от модели. Вакуумная рихтовка не изменяет показаний толщиномера, поскольку не добавляет новых слоев. Таким образом, метод сохраняет не только физическую целостность покрытия, но и инвестиционную привлекательность автомобиля, что с позиций бережливого производства является высшей формой ценности для клиента – удо-

влетворением его долгосрочных экономических интересов, а не только сиюминутной эстетической потребности.

Вакуумная рихтовка неприменима в случаях:

- нарушения ЛКП (сколы, трещины, отслоения);
- острых складок металла (деформация с изломом);
- коррозионных повреждений под краской;
- вмятин на кромках и рёбрах жёсткости (требуется другие рычажные методы) [8].

В таких случаях всё же приходится применять традиционную технологию, но доля подобных дефектов в легковых автомобилях при градовых и парковочных повреждениях не превышает 15-20 %.

Помимо перечисленных преимуществ, переход на вакуумную рихтовку решает острую проблему дефицита квалифицированных маляров-универсалов. Традиционный маляр требует 2-3 года обучения для точного подбора цвета и работы с переходами (фелдингом), в то время как оператор вакуумной рихтовки осваивает базовые навыки за 40-80 часов. Кроме того, исключение выбросов летучих органических соединений (ЛОС), являющихся канцерогенами (бензол, формальдегид), переводит автосервис из 3-го класса вредности во 2-й (допустимый) по условиям труда, снижая страховые взносы и улучшая здоровье персонала. Таким образом, вакуумная рихтовка – это не просто технологический прием, а стратегический инструмент трансформации автосервиса на принципах бережливого производства, одновременно повышающий прибыль, качество и экологичность.

Переход от традиционной «рихтовки с покраской», основанной на химии полимеров и органических растворителях, к технологии вакуумного выпрямления вмятин является ярким примером реализации концепции бережливого производства в автосервисе. Проблема неэффективности старого метода решается сменой технологии, где физика процесса (законы газов и упругости металлов) замещает сложные химические превращения лакокрасочных материалов. Для сервиса это рост конкурентоспособности, а для клиента – быстрое, экологичное и бережное восстановление автомобиля с гарантией сохранения его заводской стоимости.

Список литературы:

1. Ильин, М.С. Кузовные работы: Рихтовка, сварка, покраска, антикоррозийная обработка. Учебное пособие. Издательство: Мельников И.В, 2009. – 480 с.
2. Шкунов, И.В. Кузовной ремонт в гараже. Иллюстрированное практическое пособие. Издательство: Мир-Автокниг, 2009, – 138 с.
3. Коновалов, А.В. Техническое обслуживание и текущий ремонт кузовов автомобилей. Издательство: изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009, – 195 с.
4. Лошкарев И.М. Ремонт кузовов автомобилей: технологи окраски автомобиля. Учебное пособие для СПО. Издательство: КноРус, 2025, – 220 с.
5. Петров, В.К. Современные технологии кузовного ремонта. Издательство: Автокнига, 2023, – 176 с.

6. Сидоров, А.Н. Бережливое производство в автосервисе: оптимизация процессов и снижение издержек. Издательство: Техносфера, 2024, – 240 с.
7. Беляев, С.П. Экологические аспекты современных технологий ремонта автомобилей. Издательство: Эко-Пресс, 2022, – 192 с.
8. Методы удаления вмятин на автомобилях (рихтовка) [Электронный ресурс]. – 2026. – URL: <https://www.hottabych-auto.ru/articles/metody-udaleniya-vmyatin-na-avtomobilyah-rihtovka/> (дата обращения 09.04.2026).

Аннотация

В статье рассматривается проблема неэффективности традиционного кузовного ремонта вмятин, связанного с нарушением заводского лакокрасочного покрытия, шпатлеванием и окраской. Показано, что классическая технология ведёт к высоким материальным и временным затратам, рискам несовпадения цвета, снижению коррозионной стойкости и образованию вредных выбросов. В качестве альтернативы предложен метод вакуумной рихтовки (беспокрасочного удаления вмятин), основанный на локальном разряжении воздуха и возвращении металла в исходное положение без повреждения лакокрасочного покрытия (ЛКП). С позиций бережливого производства проанализированы преимущества метода: устранение потерь материалов, сокращение времени ремонта с дней до 30-90 минут, исключение брака и сохранение рыночной стоимости автомобиля. Делается вывод, что переход от химико-термической технологии к физико-механической повышает конкурентоспособность автосервиса и экологичность процесса.

Ключевые слова

Вакуумная рихтовка, беспокрасочное удаление вмятин, бережливое производство, лакокрасочное покрытие, коррозионная стойкость, потери в автосервисе.