

Офис: 129281, Москва,  
Староватутинский проезд,  
дом 12, офис 5  
Почта: 127550, Москва, а/я 64  
Тел: (495) 472-4111, 743-0897,  
470-3815, 976-9668  
Факс: (495) 472-4111, 976-9668  
E-mail: gradient@aha.ru  
www.gradient-techno.ru

**ГРАДИЕНТ** **ТЕХНО**

**ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

## **Приборы контроля лакокрасочных покрытий и производственный контроль режимов линий окраски**



Copyright 2006 "Градиент Техно"

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

В сопроводительных документах на лакокрасочное покрытие большинство поставщиков делают важное примечание о том, что технические характеристики покрытия получены на основании лабораторных испытаний, проведенных на предприятии - изготовителе покрытия.

Все характеристики и числовые данные получены в лаборатории изготовителя покрытия или в лаборатории поставщика покрытия, если такая лаборатория существует, на собственных и специально подготовленных образцах.

Поставщик покрытия не знает значений технологических параметров режимов линии окраски на предприятии изготовителя покрытия. Для определения технологических параметров режимов ему необходимо провести комплекс работ по технической диагностике линии окраски на предприятии изготовителе изделий, используя объективным средствам контроля – специальный комплекс приборов.

Проведение измерений технических характеристик покрытия или готового покрытия изделий в лабораториях сторонних организаций может не выявить наличия брака покрытия по техническим показателям, так как измерения проводятся во-первых, на ограниченных объемах и образцах покрытия и в лабораторных условиях, и также не учитывают особенностей производства покрытия на предприятии изготовителе изделий и реальных величин технологических параметров режимов линии окраски.

Поставщик покрытия всегда утверждает, что он не несет ответственности и не может повлиять на условия нанесения и отверждения покрытий на линии окраски предприятия – потребителя покрытия, особенно в тех случаях, когда не соблюдается инструкция или рекомендации по применению его покрытия.

Вот почему потребитель покрытия, для получения высококачественного покрытия и исключения брака покрытия своих изделий, должен обратить особое внимание в первую очередь на строгое соблюдение технологических параметров режимов своей линии окраски. Для этого на предприятии изготовителе изделий необходимо провести полный комплекс работ по настройке параметров режимов оборудования линии окраски, в строгом соответствии с рекомендациями инструкции по применению покрытия поставщика.

Особенно важно, после проведения настройки режимов линии окраски, постоянно контролировать и отслеживать любые отклонения технологических параметров режимов линии окраски, чтобы можно было достоверно прогнозировать начало отклонения параметров режимов от настроенных значений.

Необходимо обратить особое внимание на следующий факт, что на линии окраски изделий конвейерного типа за промежутки времени, с момента, возникновения отклонения технологических параметров режимов линии окраски, и до момента обнаружения этих отклонений объективными средствами контроля, объем бракованных изделий может быть настолько значительный, что это приведет существенным финансовым потерям предприятия изготовителя изделий.

Периодичность контроля технологических параметров режимов линии окраски выбирается с учетом особенной и характеристик производства предприятия. Как правило, при наличии конвейера в составе линии окраски периодичность контроля режимов не должна быть менее одного раза в неделю. Однако, если обнаружены первые признаки нестабильности или отклонения качества покрытия изделий, необходимо немедленно провести вне очередное тестирование технологических параметров режимов линии окраски.

Для настройки режимов линии окраски существует несколько специально разработанных приборов. Отличительной особенностью данных приборы является то, что они позволяют настроить и постоянно контролировать технологические параметры линии окраски непосредственно в ходе производственного процесса, тем самым, давая возможность выявлять источники возникновения брака покрытия на ранней стадии его появления.

### **1. Настройка температуры и времени отверждения покрытия.**

Важным шагом в получении качественного покрытия должна стать операция настройки режима отверждения покрытия непосредственно на поверхности изготавливаемых изделий.

Поставщик покрытия рекомендует в сопроводительных документах на покрытие параметры режима отверждения покрытия непосредственно на поверхности изделий, при выполнении которого гарантируются определенные физические, эксплуатационные и декоративные характеристики покрытия. При этом все технические характеристики получены им в собственной лаборатории, в лабораторной печи и на обычных контрольных образцах.

Поставщик покрытия не знает технических характеристик конкретной линии окраски предприятия, где используется его покрытие, не знает требований по производительности линии окраски, не знает конструктивных особенностей изделий и многих других важных параметров технологической цепи производства изделий на конкретном предприятии. Поэтому вся ответственность за реализацию рекомендованного поставщиком режима отверждения покрытия полностью ложится на технические службы и квалификацию специалистов предприятия – потребителя покрытия.

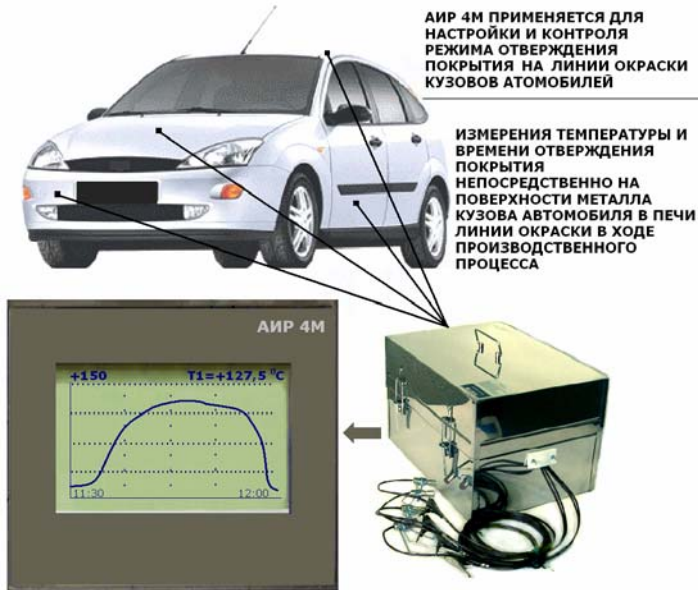
Температура и время отверждения покрытия на поверхности изделия зависят от многих факторов, среди которых толщина стенки металлического изделия, общая масса одновременно находящихся в печи изделий, конструктивное исполнение изделий, размещение изделий на подвеске, скорость конвейера или время перезагрузки печи отверждения, температура воздуха в производственном помещении и многих других факторов.

Операция настройки производится специальным прибором АИР 4М. Прибор представляет собой четырехканальный электронный измеритель температуры с энергонезависимой памятью, снабжен внутренними настраиваемыми часами, имеет стандартный интерфейс RS-232 связи с компьютером и автономное питание от аккумуляторов. Четыре универсальных датчика температуры подключены к электронному измерителю.

Конструктивно электронный блок размещен в специальном контейнере температурной защиты, который обеспечивает работоспособность электронного блока при температурах окружающего воздуха до +300 °С.

Измеренные температура и время отверждения одновременно с процессом измерения выводятся в виде графика на графический дисплей прибора, что позволяет оперативно анализировать режим отверждения покрытия и принимать решения по его корректировке.

Технология измерения режимов проста и удобна. Прибор устанавливается в печь или на конвейер вместе с изготавливаемыми изделиями, или ставится непосредственно в кузов автомобиля. Четыре датчика размещаются в точках контроля на изделиях. АИР 4М движется на конвейере с изделиями через печь или устанавливается в печь на время отверждения покрытия.



После выхода прибора из печи или окончания режима отверждения, контейнер открывается и на графическом дисплее сразу можно наблюдать весь график процесса отверждения покрытия. Все измерения запоминаются в энергонезависимой памяти прибора и могут быть в любое время извлечены оттуда для просмотра на графическом дисплее.

Канал связи RS-232 позволяет передать измерения на компьютер для создания банка данных работы печи за весь период её эксплуатации и создания отчетной документации, в том числе для построения графиков процесса отверждения покрытий.

По окончании процесса отверждения изделий специалисты оперативно

анализируют режим и производят настройку печи: добиваются выполнения указаний поставщика покрытия по температуре и времени отверждения покрытия.

В результате операции настройки температуры и времени отверждения покрытия на поверхности изделий обеспечиваются предпосылки получения покрытия с заданными физическими, эксплуатационными и декоративными характеристиками.

Далее технические характеристики сформированного покрытия: адгезия, блеск, толщина, ударопрочность, эластичность, прочность, твердость – измеряются в лаборатории предприятия или на изделии и сравниваются с характеристиками, заявленными поставщиком покрытия в сопроводительных документах.

## 2. Проведение входного контроля покрытия.

В результате работ, проведенных на линии окраски предприятия, в лабораторию поступила полная информация по настроенному режиму нанесения и отверждения покрытия на линии окраски предприятия.

Далее со склада в лабораторию предприятия должны быть взяты пробы поставленного покрытия для проведения работ по его входному контролю.

Покупатель покрытия в праве и обязан получить от поставщика покрытия официальный документ с техническими характеристиками покрытия.

Рассмотрим как пример операции проведения входного контроля покрытия предприятия ОАО «Лакокраска». Ниже представлен информационный лист о продукте серии Эмаль МЛ 1110.

### Технические характеристики:

Наименование показателя	Норма	Метод контроля по ГОСТ, ИСО	Приборы контроля
1. Цвет пленки эмали: ( 65 расцветок)	Должен находиться в пределах допускаемых отклонений, установленных контрольными образцами цвета.	ИСО 7724	Цветотестер
2. Внешний вид пленки	После высыхания пленка эмали должна быть однородной, без		

	морщин, расслаивания, оспин и посторонних включений. Допускается незначительная шагрень.		
3. Условная вязкость по вискозиметру типа ВЗ-246 с диаметром сопла 4мм, при температуре (20±0,5)°С, с	70-100	ГОСТ 8420Б, ГОСТ 9070	Вискозиметр ВЗ-246
4. Массовая доля нелетучих веществ, %	От 44 до 59 в зависимости от цвета	ГОСТ 17537 ИСО 787 ИСО 3251	Анализатор массовой доли летучих веществ
5. Блеск пленки эмали, %, не менее, защитной остальных цветов	35-45 58	ГОСТ 896 ИСО 2813	Блескомер 45° Блескомер 60°
6. Степень перетира эмали, мкм, не более	10	ГОСТ 6589 ИСО 1524	Гридометр 25 Гриндометр 15
7. Время высыхания эмали до степени 3 при температуре (130-135)°С, мин, не более	35	ГОСТ 19007	ВИ-4М
8. Твердость пленки по маятниковому прибору ТМЛ (маятник А), отн.ед., не менее Твердость по карандашу КОН-I-NOOR	0,22 НВ – Н	ГОСТ Р 52166- 2003 ИСО 15184	ТМЛ Твердомер
9. Укрывистость высушенной пленки, г/м <sup>2</sup> , в зависимости от цвета, инструментальный метод	35-95	ГОСТ 8784 ГОСТ 896 ИСО 2813	Измеритель коэффициента яркости Яркость ИКЯФ5-45/0
10. Эластичность пленки при изгибе, мм, не более	3	ГОСТ 6806 ИСО 1519	Прибор Изгиб
11. Прочность пленки при ударе по ГОСТ, кг · см, не менее	45	ГОСТ 4765 ИСО 6272	Удар-Тестер
12. Прочность пленки при вытяжке по Эриксену, мм, не менее	6 - 9	ГОСТ 29309 ИСО 1520	Прибор Эриксена Штамп Эриксена
13. Адгезия покрытия, баллы, не более	1	ГОСТ15140 ИСО 2409	Адгезиметр РН
14. Условная светостойкость пленки, ч, не менее	4		
15. Стойкость пленки к статическому воздействию воды при температуре (20±2)°С, ч, не менее	48		
16. Стойкость покрытия при температуре (20±2)°С, ч, не менее, к воздействию:	48		

индустриального масла, бензина	8		
17. Объемное удельное электрическое сопротивление эмали с вязкостью 18-22с по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла (4 мм), Ом·м	$5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$		
18. Способность покрытия шлифоваться и полироваться	Покрытие должно допускать шлифование и полирование		

Толщина жидкого лакокрасочного покрытия по ГОСТ Р 51694, ИСО 2808 измеряется Измерительными гребенками.

Нанесение жидкого покрытия на контрольные пластины по ГОСТ 8832 производится специальными инструментами Аппликаторами.

Толщина отвержденного покрытия по ГОСТ Р 51694, ИСО 2808 измеряется при каждом испытании электронным Толщиномером покрытий Градиент ТП-2000.

На этапе входного контроля должны постоянно проверяться все основные показатели лакокрасочного покрытия, так как гарантия качества покрытия подтверждена на показатели материала, полученные им в своей лаборатории на образцовых пластинах.

Остановимся более подробно на некоторых основных показателях лакокрасочного материала, влияющих на качество покрытия автомобиля.

#### **Физические и эксплуатационные характеристики покрытия.**

Специалистам, работающим с покрытиями, известно, что все показатели покрытия зависят от строго выполнения параметров технологического процесса подготовки поверхности, нанесения и отверждения покрытия.

При производстве в технической документации на изделия определены требования к защитному покрытию. Набор и величины требований к покрытию задаются из условий и требований дальнейшего применения и эксплуатации изделий.

Очень важно, чтобы потребитель покрытия согласовал и определил с поставщиком покрытия основные показатели применяемого материала.

При этом подразделения снабжения предприятия определяют группу предприятий - поставщиков материала и обеспечивают оптимальную величину соотношения цена – качество покрытия. Только в этом случае и особенно в серийном, конвейерном производстве можно избежать брака покрытия продукции.

#### **Показатель эластичности покрытия и показатель твердости покрытия.**

Данные показатели взаимосвязаны между собой и поэтому требуют совместного рассмотрения.

Показатель эластичности покрытия определяет прочность покрытия при действии на изделие нагрузок, возникающих при транспортировании, эксплуатации, действии температуры окружающего воздуха.

Показатель твердости покрытия обеспечивает стойкость покрытия к трению, царапанью, соприкосновениям с твердыми предметами, также возникающими при транспортировании, монтаже, эксплуатации.

Если покрытие отверждалось при несколько пониженной температуре, то показатель эластичности будет несколько завышен. Однако показатель твердости покрытия будет низок.

Наоборот, если покрытие отверждено при несколько завышенной температуре, то эластичность покрытия будет низкая, а показатель твердости завышен.

Поэтому показатели твердости и эластичности косвенно характеризует качество режима отверждения покрытия в печи полимеризации.

Показатели твердости и эластичности покрытия определяются приборами **Изгиб и Твердомер.**

### **Показатель прочности покрытия при ударе и прочности покрытия при вытяжке на штампе Эриксона.**

Показатели прочности покрытия при ударе и вытяжке покрытия на штампе Эриксона являются важнейшими характеристиками качества покрытия и определяют главный показатель качества покрытий адгезию. Показатели однозначно определяют коррозионную стойкость покрытия и длительность эксплуатации.

Все динамические нагрузки, действующие на изделия во время эксплуатации, действуют и на покрытие. Это нагрузки на покрытие, возникающие при монтаже изделий, их транспортировке и дальнейшей эксплуатации изделий, среди которых вибрация, ударные воздействия, перепады температуры.

К высоким статическим нагрузкам, действующим на покрытие, относятся нагрузки, возникающие в составе конструкций, куда входит изделие, при транспортировке и эксплуатации изделий.

Данные показатели покрытия очень чувствительны к несоблюдению режима отверждения покрытия: времени и температуре отверждения покрытия.

Показатели ударопрочности покрытия и прочности при растяжении или вытяжке измеряются приборами **Измеритель прочности покрытий при ударе ИПУ/ Удар-Тестер и Прибор Эриксона / Штамп Эриксона.**

При применении зарубежных лакокрасочного покрытий изделий испытания покрытия должны проводиться по методу ИСО 6272, в котором используют боек с диаметром наконечника 20 мм и матрицей 27 мм.

При применении покрытий, изготовленных в России, испытания проводят по методу ГОСТ 4765 и используют боек с диаметром наконечника 8 мм и матрицей 15 мм.

Испытания прочности покрытия на вытяжку проводят по ГОСТ 29309 и ИСО 1520, применяя пуансон диаметра 20 мм и матрицу 27 мм.

Данное совпадение основных характеристик применяемых инструментов двух приборов не случайно и позволяет более точно определить качество покрытия при действии динамических и статических нагрузок на покрытие.

В зарубежной практике оценка качества покрытия по показателю прочности при ударе и прочности при вытяжке всегда одновременно присутствует в сопроводительных документах на покрытие.

### **Показатель адгезии покрытия.**

Адгезия покрытия является основным обобщающим показателем качества покрытия. На адгезию покрытия влияют: в первую очередь температура и время отверждения, качество подготовки поверхности, характеристики покрытия.

Данный показатель рекомендуется контролироваться на всех этапах производства покрытия изделий с применением контрольных образцов.

Существует два метода определения адгезии покрытия.

Распространенным методом определения адгезии покрытий является метод решетчатого надреза (ГОСТ 15140, ИСО 2409), так как его проще реализовать. Реже применяют метод отрыва (ИСО 2409), хотя данный метод более точен при определении адгезии покрытия.

В последние годы для повышения точности метода решетчатого надреза изменились требования к прибору контроля, за счет применения многолезвенного инструмента с целью нанесения надрезов одновременно несколькими лезвиями. В этом случае при решетчатом надрезе происходит сдвиг покрытия вдоль основания, на которое оно нанесено.

Адгезия покрытия измеряется прибором **Адгезиметр РН** (метод решетчатого надрез) и реже прибором **Адгезиметр ОР** (метод отрыва).

### **Декоративные показатели покрытия. Блеск и цвет покрытия.**

Точное измерение цвета покрытий является сложной физической задачей и производится специальными оптико-электронными приборами – **Спектрофотометрами.**

На практике цвет покрытия измеряется либо специальными дорогостоящими приборами, когда требуется точное воспроизведение цвета покрытия, либо методом визуальным сравнением с набором эталонных образцов.

Блеск (глянец) покрытия измеряется фотоэлектрическими методом при помощи блескомеров по ГОСТ 896 и ИСО 2813.

Для российских покрытий применяют блескомеры с углом освещения – отражения 45° по ГОСТ 896. Для зарубежных покрытий применяют блескомеры с углом освещения – отражения 60° по ИСО 2813.

Для получения матового покрытия или сверх глянцевого покрытия при изготовлении покрытия применяют специальные добавки.

Блеск и цвет покрытия напрямую зависят от свойств и качества самого покрытия и режима его отверждения.

Так при недоотвержденном покрытии у большинства покрытий блеск будет завышен, а при переотверждении покрытия коэффициент блеска уменьшается.

Блеск покрытий измеряется приборами Блескомерами. Выпускаются **Блескомер 45 на угол 45 градусов, Блескомер 60 на угол 60 градусов и Блескомер 20 на угол 20 градусов.**

Чаще всего применяют блескомеры на углы 45 или 60 градусов.

#### **Толщина покрытия.**

Толщина покрытия выбирается изготовителем изделий в зависимости от условий применения изделий, требований по длительности эксплуатации, стойкости к механическим повреждениям и оптимальному расходу покрытия. Например, если покрытие эксплуатируется в атмосферных условиях, то оно может быть толщиной от 80 до 150 мкм. Толщина покрытия напрямую зависит от свойств самого покрытия, например фракционного состава.

Толщина покрытия измеряется приборами **Толщиномер покрытий Градиент ТП-2000.**

Необходимо отметить, что при любых испытаниях покрытия должно быть проведено измерение его толщины. Так после проведения испытания прочности покрытия при ударе в отчете отмечают, что величина ударопрочности покрытия получена при данной толщине.

#### **Документация для проведения испытаний покрытий.**

Для оказания помощи специалистам заводских лабораторий, контролирующим качество покрытия изделий, и производственным технологом, непосредственно работающим на линии окраски, выпущено и рекомендуется **Справочное пособие по методам контроля качества покрытий и технологии их нанесения с перечнем всех российских ГОСТ и международных ИСО стандартов.**

Данный перечень документов позволяет точно проводить измерение показателей качества покрытий как российских, так и зарубежных производителей, и признается производителями и потребителями покрытий.

Итак, мы описали только узкий перечень работ и показали необходимый для эффективного контроля качества покрытия минимальный перечень приборного обеспечения современного производства.

На конкретном предприятии и со своей спецификой производства данный перечень приборов конечно будет уточнен и расширен.

Исследования последних лет показывают, что успешно и динамично развивающимися предприятиями становятся предприятия, которые применяют современное, высокотехнологичное, надежное оборудование и высококачественные материалы для своего производства.

Лидирующие позиции среди них могут удержать только те предприятия, на которых эффективно функционирует система контроля качества применяемых материалов, и ведется их строгий контроль на всех этапах технологии производства.

Можно привести многочисленные примеры пренебрежительного отношения к системе контроля качества на конкретных предприятиях, которые привели к таким финансовым потерям, что заставило собственника сменить как руководство предприятия, так и ответственных за качество выпускаемой продукции исполнителей.

Так стоит ли ждать, когда грянет гром!

Методы и краткое описание проблем и средств контроля технологических параметров линии окраски, представленные в данном документе, подготовлены специалистами фирмы и основываются на объективных данных, полученных от предприятий давно эксплуатирующих наши приборы.

Если у Вас возникнут вопросы относительно содержания данного документа, пожалуйста, обращайтесь к нам в любое удобное для Вас время.

**Тел: (095) 472-4111, 4703815**  
**E-mail: [gradient@aha.ru](mailto:gradient@aha.ru)**

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТОДАМ НАСТРОЙКИ<sup>©</sup>

---

с помощью прибора «АИР 4М» режимов сушки и отверждения жидких лакокрасочных покрытий непосредственно на поверхности кузова автомобиля, металлических конструкций или деталей в печах линий и участков окраски по ходу производственного процесса

**Рекомендации к руководству по эксплуатации прибора «АИР 4М»**



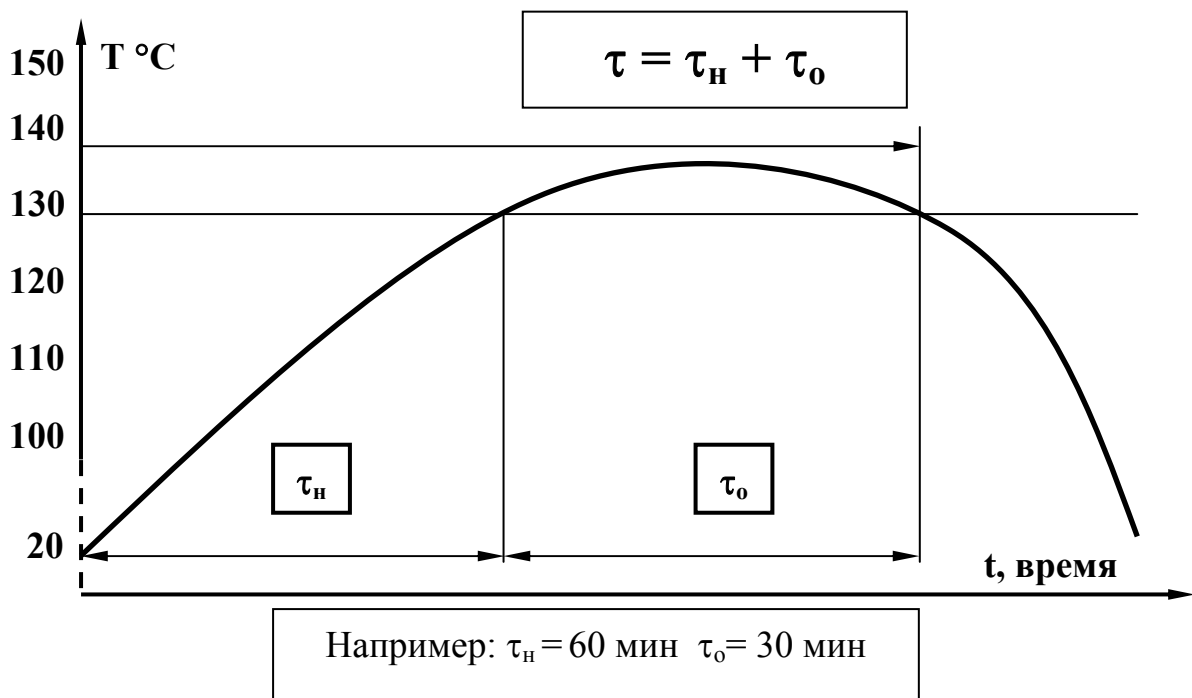
Москва  
2006



Настоящие рекомендации не являются обязательными в выполнении, но помогают быстрее освоить работу с прибором «АИР 4М» в условиях автомобильного производства.

## 1. Введение. Формирование жидкого лакокрасочного покрытия.

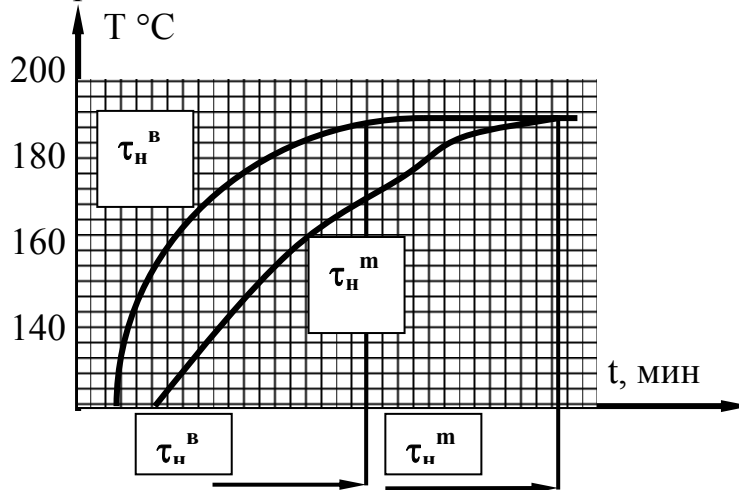
- 1.1. Требуемые условия формирования покрытия указываются в технической документации (сертификате), сопровождающей лакокрасочный материал.
- 1.2. Параметры режима формирования покрытия должны строго соблюдаться, поскольку любое отклонение от режима неблагоприятно сказывается на характеристиках получаемых покрытий. Например:
  - недоотверждение покрытия (недогрев или заниженное время формирования покрытия), в первую очередь, влияет на его физико-механические свойства: покрытие имеет низкую адгезию, разрушается при ударе, имеет низкую твердость,
  - переотверждение (перегрев) покрытия, также влияет на физико-механические свойства покрытия: покрытие становится хрупким при ударе и неэластичным, в нем могут появляться поры и кратеры из-за повышения количества летучих веществ, снижается показатель адгезии покрытия, но в первую очередь, перегрев влияет на блеск и цвет покрытия.
- 1.3. Под температурой отверждения покрытия в документации (сертификате) указывается температура непосредственно на поверхности изделия, а не воздуха в печи, измеренная датчиком системы регулирования температуры печи.
- 1.4. Общее время пребывания изделия в печи  $\tau$  складывается из времени нагрева металла изделия до требуемой температуры отверждения покрытия  $\tau_n$  и требуемого времени отверждения покрытия  $\tau_o$ :



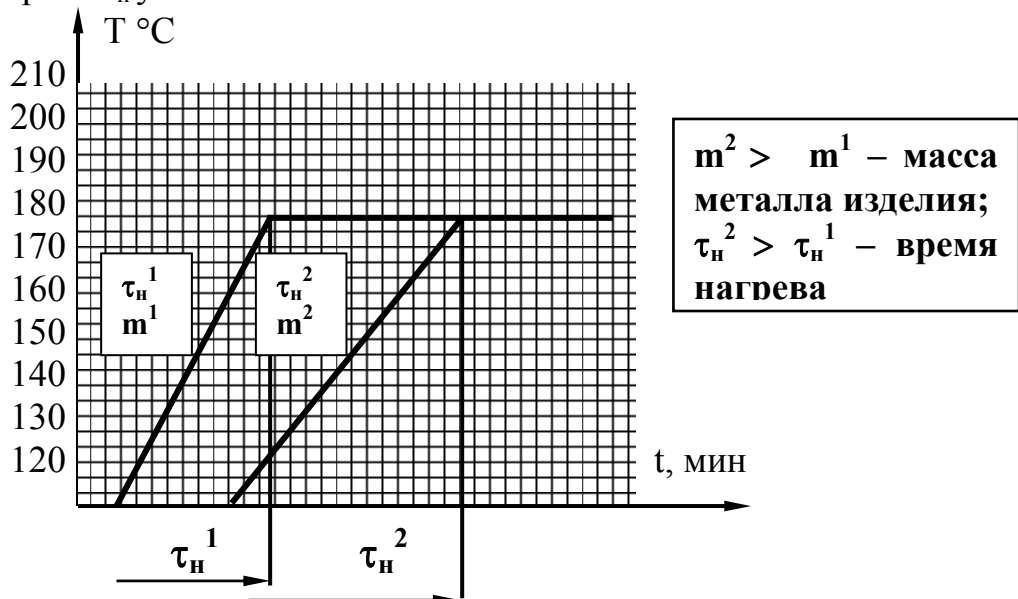
1.5. Время нагрева (полного прогрева) изделий  $\tau_n$  в печи зависит от многих факторов, в том числе:

- количества загружаемых в печь изделий,
- массы металла изделия,
- толщины металлических стенок изделия,
- формы конструкции и габаритов изделия,
- размещения изделий на подвеске,
- метода нагрева и технических характеристик печи,
- температуры окружающего воздуха в помещении, где расположена печь,
- размещения печи в помещении.

1.6. Приведенный ниже график показывает, что скорость роста температуры воздуха в печи  $\tau_n^B$  опережает скорость прогрева изделия и время прогрева  $\tau_n^m$  увеличивается с ростом массы металла изделия.



1.7. Приведенный ниже график показывает, что при увеличении массы изделия  $m$  время его нагрева  $\tau_n$  увеличивается.



1.8. Время отверждения покрытия изделия  $\tau_o$  является функцией температуры отверждения  $T_o$  и задается в технической документации (сертификате) на покрытие в следующем виде:

$$\tau_o = \phi (T_o)$$

При этом время отверждения покрытия непосредственно на поверхности металла изделия и допустимое отклонение температуры отверждения задается, например, в следующем виде:

$$T_o = 130 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C} \dots \tau_o = 30 - 35 \text{ мин.}$$

$$T_o = 135 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C} \dots \tau_o = 25 - 30 \text{ мин.}$$

$$T_o = 140 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C} \dots \tau_o = 20 - 25 \text{ мин.}$$

1.9. Производительность печи линии окраски зависит от времени пребывания изделия в печи  $\tau$ .

1.10. Для строгого выполнения требований режима отверждения покрытия и выполнения требований по производительности печи необходимо:

- либо повышать температуру отверждения покрытия  $\tau_o$ , сокращая время отверждения,
- либо сокращать время нагревания изделий  $\tau_n$ ,
- либо искать комбинированные варианты, используя все резервы, заложенные в технологии формирования покрытий, и характеристик печи.

1.11. После каждой настройки печи и проведения режима отверждения покрытия изделий рекомендуется провести серию испытаний сформированного покрытия изделий по методам ГОСТ или ИСО для подтверждения его характеристик: совпадения результатов измерений с характеристиками указанными в Сертификате на покрытие; и с помощью приборов изготавливаемых «Градиент-Техно»:

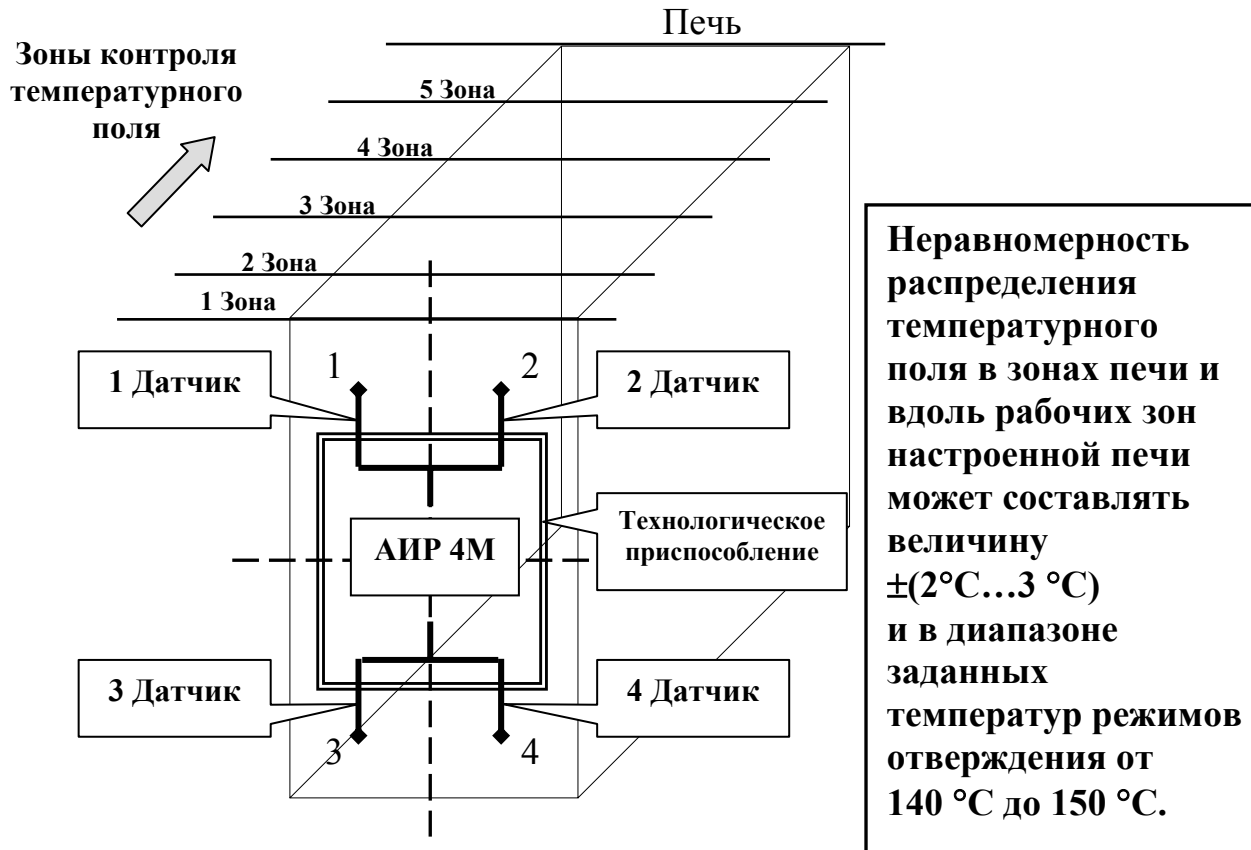
- толщина, ГОСТ 9.302, ИСО 2808, прибор для измерения толщины покрытий на металлах – Толщиномер магнитный Ф2, Толщиномер вихретоковый Н2;
- адгезия, ГОСТ 15140, ИСО 2409, прибор для измерения адгезии методом решетчатого надреза – Адгезиметр РН; ИСО 4624, прибор для измерения адгезии методом отрыва – Адгезиметр ОР;
- ударопрочность, ГОСТ 4765 и ИСО 6272, прибор для измерения прочности покрытий при ударе – Измеритель прочности покрытий при ударе ИПУ/Удар-Тестер/;
- прочность при вытяжке по Эриксену, ГОСТ 29309, ИСО 1520, прибор для измерения прочности покрытий при вытяжке на Штампе Эриксена – Прибор Эриксена;
- эластичность, ГОСТ 6806, ИСО 1519, прибор для определения эластичности покрытий методом изгиба вокруг цилиндрических стержней – Изгиб;
- твердость, ИСО 15184, прибор для определения твердости покрытий методом сравнения с твердостью грифелей КОН-I-NOOR – Твердомер; ГОСТ 22233-2001, ИСО 2815, прибор для определения твердости покрытий по длине отпечатка по Бухгольцу – Прибор Бухгольца;

- блеск, ГОСТ 896, ИСО 2813, прибор для измерения фотоэлектрическим методом коэффициента блеска покрытий – Блескомер фотоэлектрический БФ5-45/45 (на угол 45° по ГОСТ 896), Блескомер фотоэлектрический БФ5-60/60 (на угол 60° по ИСО 2813);
- цвет, ИСО 7724-2, прибор для измерения цвета и оттенков цвета покрытия – Портативный, ручной измеритель цвета и оттенков цвета покрытий (Цветотест).

## **2. Метод настройки режима отверждения лакокрасочного покрытия изделий на линии окраски.**

- 2.1. Настройка печи начинается с измерения равномерности распределения температурного поля вдоль рабочей зоны печи, где перемещается изделие, и линейности регулировки температуры в печи.
- 2.2. Метод настройки режима отверждения покрытия изделия заключается в измерении температуры отверждения покрытия непосредственно на поверхности изделия и времени пребывания изделия в печи линии окраски по ходу производственного процесса.
- 2.3. Для измерения равномерности распределения температурного поля печи и параметров режима отверждения покрытия непосредственно на поверхности изделий: температуры и времени отверждения, применяется специальный прибор «АИР 4М» – автономный четырехканальный измеритель и регистратор температуры и времени отверждения покрытия непосредственно на поверхности изделий в печи линии окраски по ходу производственного процесса.
  - 2.3.1. Для измерения равномерности распределения температурного поля вдоль рабочей зоны печи четыре датчика температуры размещаются в верхней, нижней и боковых зонах рабочей зоны печи при помощи технологического приспособления, которое устанавливается **после участка окраски** на конвейер, и измеряют температуру воздуха в каждой зоне.
  - 2.3.2. Прибор и датчики перемещаются вдоль рабочей зоны и измеряют температуру окружающего воздуха.
  - 2.3.3. После выхода прибора с датчиками из печи измеренная информация оперативно просматривается на индикаторах прибора или вводится в компьютер для построения графиков и создания банка режимов отверждения для прогнозирования любого отклонения режима от заданного в Сертификате на покрытие.
  - 2.3.4. Измерение равномерности распределения температурного поля вдоль рабочей зоны печи повторяют при нескольких величинах, задаваемой с блока управления печью, температуры режима отверждения покрытия.
  - 2.3.5. На рисунке 1 показано размещение датчиков температуры и прибора «АИР 4М» в рабочих зонах печи на специальном технологическом приспособлении при измерении равномерности распределения температурного поля печи.

Рис. 1

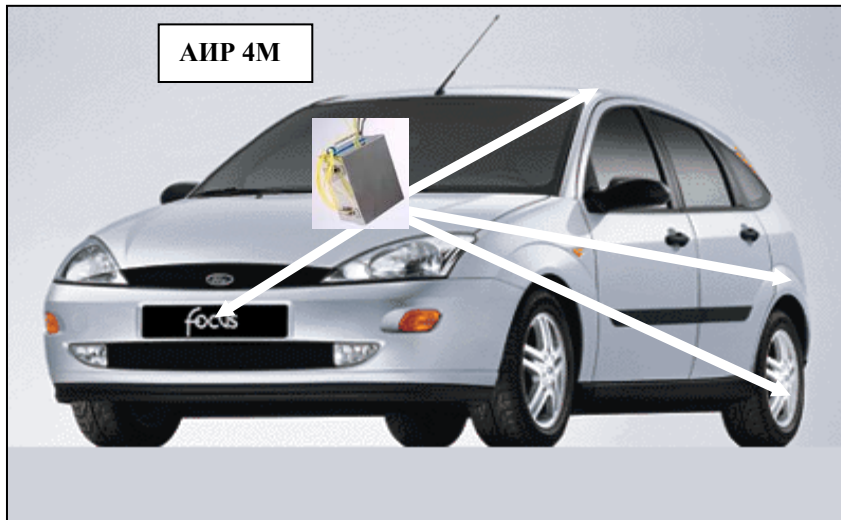


- 2.3.6. Коэффициент линейности  $k$  регулировочной характеристики печи  $T_{\text{зад.}} = k \cdot T_{\text{отр.}}$  может составлять величину  $1 \pm 0,01$ , где  $T_{\text{зад.}}$  – заданная температура режима отверждения покрытия,  $T_{\text{отр.}}$  – температура воздуха (отработанная температура) измеренная стационарным датчиком печи в некоторой области печи и выведенная на индикатор блока управления печью. С помощью регулировки режима и изменения положения заслонок, а также конструктивных доработок печи добиваются минимальной разницы заданной температур  $T_{\text{зад.}}$  и  $T_{\text{отр.}}$ , доводя её до  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- 2.4. Для настройки режима отверждения покрытия непосредственно на поверхности металла изделий прибор «АИР 2М» **после участка окраски** устанавливается и надежно закрепляется либо в кабине автомобиля, либо в кузове, либо подвешивается на конвейер. Рекомендуется так же использовать для настройки режимов отверждения неокрашенный корпус автомобиля. Это позволяет не испортить покрытие и сохранить изделие, а также не загрязнить датчики температуры прибора.

2.4.1. Четыре датчика прибора размещаются на изделии в выбранных точках на его поверхности для измерения температуры.

2.4.2. Примеры.

2.4.2.1. Размещение прибора с датчиками на поверхности кузова автомобиля.

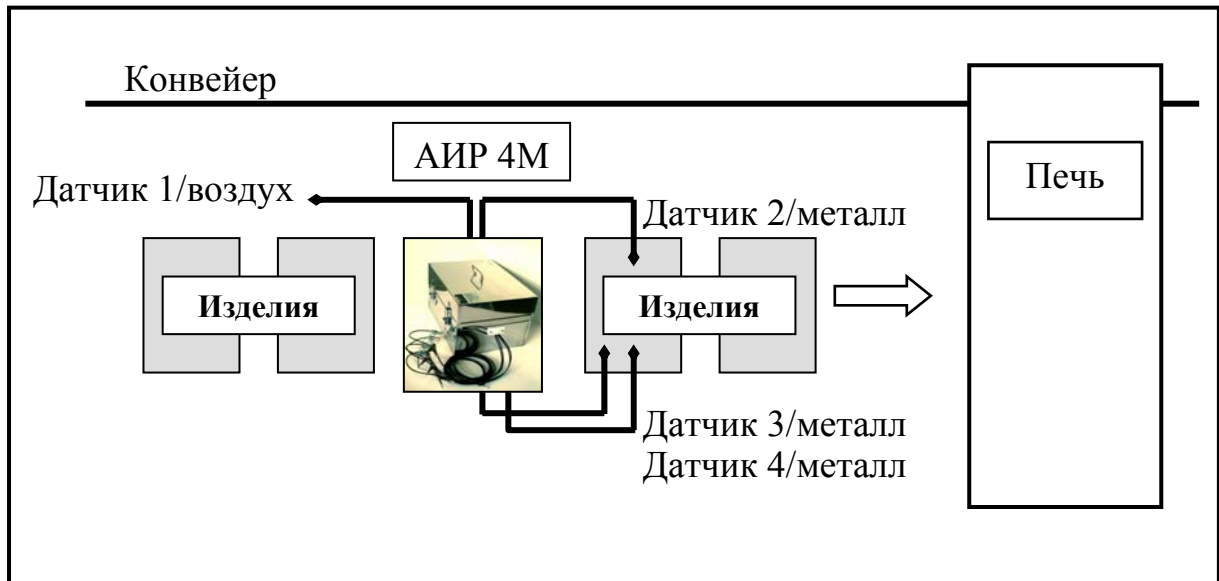


2.4.2.2. Прибор и четыре датчика температуры движутся вместе с изделиями через высокотемпературную камеру печи отверждения, измеряют температуру на поверхности изделия, фиксирует время измерения и запоминает измеренную информацию.

2.4.2.3. После выхода прибора и датчиков из печи, прибор снимается с автомобиля, измерители вынимаются из контейнера температурной защиты и на индикаторах прибора оперативно просматривается замеренная температура и время отверждения покрытия или прибор подключается к компьютеру для построения температурно-временного графика режима отверждения покрытия.

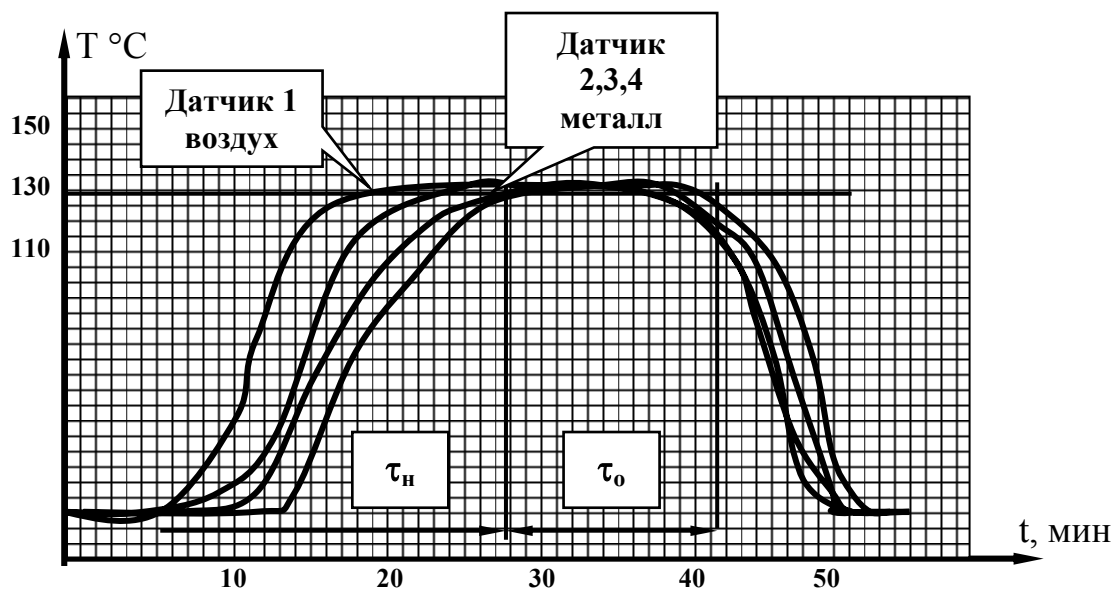
2.4.2.4. Три датчика прибора «АИР 4М» можно установить на изделие и измерять температуру на поверхности, а четвертый датчик можно закрепить на изделие и приподнять над поверхностью, чтобы он измерял температуру воздуха рядом с поверхностью изделия, для того чтобы измерить разность между температурой воздуха рядом с поверхностью изделия и температурой, которую измеряет датчик системы регулирования температуры печи (Рис. 2).

Рис. 2



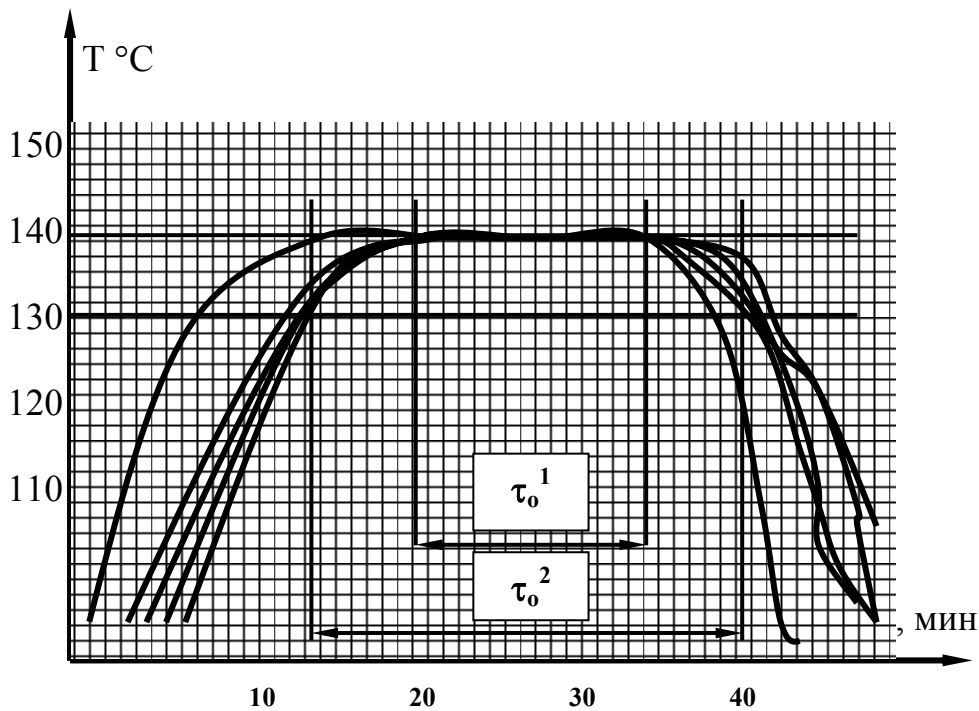
2.4.2.5. Результаты замера получаем в виде распечатки измеренных величин и температурно-временного графика режима отверждения. Ниже приведен пример графика режима отверждения покрытия на поверхности изделия

Рис. 3.



- 2.4.2.6. Из анализа графика видно, что время нагрева воздуха в печи до температуры 130 °С, при полной её загрузке изделиями, составляет  $\tau_{\text{н}}^{\text{воздух}} = 18$  минут, а время нагрева изделий до температуры 130 °С составляет  $\tau_{\text{н}}^{\text{металл}} = 30$  минуты.
- 2.4.2.7. Время отверждения покрытия непосредственно на поверхности изделий при температуре 130 °С составляет всего  $\tau_{\text{o}}^{\text{металл}} = 15$  минут и недостаточно для полного отверждения покрытия, так как заданное в документации на покрытие время отверждения составляет:  
 $\tau_{\text{o}}^{\text{заданное}} = 30$  минут при температуре 130 °С;
- 2.4.2.8. Для выполнения требований по параметрам режима отверждения необходимо будет настроить режим отверждения печи за счет замедления скорости конвейера.
- 2.4.2.9. Ниже приведен пример графика режима отверждения покрытия при увеличении температуры в печи до 140 °С (Рис. 4).

Рис. 4.



- 2.4.2.10. Из графика видно, что при увеличении температуры в печи, время отверждения покрытия при температуре 130 °С можно увеличить.

### 3. Заключение.

- 3.1. Настоящие рекомендации не являются обязательными в выполнении, но помогают быстрее освоить работу с прибором «АИР 4М» в условиях автомобильного производства.