

удаляется несколько микрометров наиболее богатого инородными включениями и загазованного слоя металлов, но и происходит обеззараживание и очистка поверхности.

#### ВЫВОДЫ

Таким образом, электролитно-плазменную полировку можно рекомендовать в качестве финишной обработки для достижения требуемого качественного поверхностного слоя медицинского инструмента и имплантантов, используемых в травматологии, ортопедии и челюстно-лицевой хирургии.

Хорошее качество полировки имплантантов из нержавеющей стали достигается при полировании в течение 5-10 минут в 5% водном растворе серноокислого аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  при температуре электролита 85-900С и рабочем напряжении 270В.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузенков С.Е., Саушкин Б.П. Химико-термическая обработка стальных изделий в водных растворах

электролитов// Сборник трудов ВНТК «Современная электротехнология в машиностроении» – Тула. ТГУ. – 1997. – С. 327–331.

2. Суминов И.В. и др. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование). – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

3. Саушкин Б.П., Атанасянц А.Г. Электроразрядные процессы в технологиях машиностроительного производства// Металлообработка. – 2006, – № 2. – С. 10–13.

4. Ушомирская Л.А., Новиков В.И. Полирование легированных сталей в не токсичных электролитах при высоком напряжении// Металлообработка. – 2008. – № 2. – С. 23–25.

5. Патент на изобретение № 2452426 от 30.09.2010 г.

6. Грилихес С.Я. Электрохимическое полирование. Л. : Машиностроение, Ленинградское отделение. 1976. – С. 276.

## ELECTROLYTE-PLASMA TREATMENT OF METALS

© 2012

*A.P. Volenko*, doctor of physical and mathematical sciences,  
associate professor of the chair «General and theoretical physics».

*O.V. Boychenko*, candidate of technical sciences,  
associate professor of the chair «Equipment and technologies machine-building industry».

*N.V. Chirkunova*, assistant of the chair «General and theoretical physics».

*Togliatti State University, Togliatti, Russia*

*Keywords:* electrolytic plasma; electrolyte-plasma treatment; electrolyte-plasma polishing; medical implants.

*Annotation:* The technological capabilities of electrolyte-plasma treatment are analyzed in this paper. The results of electrolyte-plasma polishing of medical implants for trauma and surgery are presented.

УДК 658.562

## МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СБОРКИ ОТОПИТЕЛЯ САЛОНА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2012

*В.Е. Годлевский*, доктор технических наук, профессор, начальник отдела

*Р.В. Буткевич*, кандидат технических наук, начальник отдела

*Ю.С. Клочков*, кандидат технических наук, доцент, директор

*М.Г. Гиорбелидзе*, главный специалист

*А.Н. Жадяев*, главный специалист

*Т.С. Селезнева*, специалист

*Поволжское отделение Академии проблем качества, Самара (Россия)*

*Ключевые слова:* бережливое производство; отопитель; вытягивание продукта; перепроизводство; дефекты; реинжиниринг; процесс сборки; система KANBAN.

*Аннотация:* в статье рассмотрена методика повышения эффективности сборки отопителя салона на основе концепции бережливого производства, составлен подробный анализ каждого этапа, рассмотрен технологический процесс производства отопителя, выявлены его недостатки, разработана новая последовательность операций, соответствующая концепции бережливого производства, приведена сравнительная оценка показателей эффективности.

### ВВЕДЕНИЕ

Для успешного и динамического развития предприятия, а также для повышения его конкурентной способности, руководству необходимо уделять должное внимание концепции менеджмента, основанной на неуклонном стремлении уменьшить время производственного цикла путем ликвидации потерь. Данная концепция носит название бережливое производство, которая предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на рынок (производство под заказ). Целями бережливого производства являются: сокращение трудозатрат; сокращение производственных и складских площадей; сокращение сроков разработки новой продукции; гарантия поставки продукции заказчику; максимальное качество при минимальной стоимости.

Отправная точка бережливого производства – ценность, определяющая субъективное ощущение потребителя, что нужная ему вещь доставлена в нужное время и в нужное место. Ценность может быть определена только конечным потребителем. Говорить о ней имеет смысл, только имея в виду конкретный продукт, который за определенную цену и в определенное время способен удовлетворить потребности покупателей. В соответствии с концепцией бережливого производства всю деятельность предприятия можно классифицировать так: действия, добавляющие ценность; действия, не добавляющие ценность.

Всё, что не добавляет ценности для потребителя, с точки зрения бережливого производства, классифицируется как потери, и должно быть устранено. Бережливое производство – это выявление и устранение потерь, причем первая часть этой задачи – выявления потерь зачастую оказывается не менее сложной, чем вторая – их устранение. Существует семь видов потерь: перепроизводство, ожидание в очередях, транспортировка, излишняя обработка, избыток запасов, лишние движения, дефекты.

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ

Повышение качества отопителя будет достигнуто с помощью реинжиниринга за счет снижения себестоимости. Для начала проведем анализ технологического процесса по следующему плану: с точки зрения избыточности операций; нагрузок; перепроизводства; ожиданий в очередях; транспортировки; излишней обработки; запасов; лишних движений и дефектов.

Решающим условием снижения себестоимости служит непрерывный технический прогресс. Внедрение новой техники, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, совершенствование технологии, внедрение прогрессивных видов материалов позволяют значительно снизить себестоимость продукции. Рассмотрим возможность снижения технологической себестоимости, проанализировав операции, связанные с доводкой кожухов правого и левого (таблица 1).

Отопитель крепится к автомобилю с помощью кронштейна, расположенного на фланце отопителя, который крепится на кожуха правый и левый с помощью винтов. Таким образом, на кожухе кронштейн не нужен, а отверстия нужны, чтобы закрепить фланец. Поэтому, казалось бы, что операции, представленные в таблице 1, приносят ценность продукту, так как производится преобразование продукта. Однако кожуха отопителя правый и левый являются изделиями собственного производства, и возникает закономерный вопрос: почему мы не можем изготавливать кожух сразу без кронштейна и с отверстиями под винты, что позволит: сократить затраты на заработную плату, так как подобное мероприятие дает возможность сборщикам с теми же затратами труда выработать больше

продукции; сократить затраты на электроэнергию, потребляемую электропилой и электродрелью.

Таблица 1. Доводка кожуха отопителя правого 2111-8101025 и кожуха отопителя левого 2111-8101024.

Номер детали	Наименование детали	Наименование операции	Время, секунды
2111-8101025	Кожух отопителя правый	Установить кожух отопителя правый 2111-8101025 на приспособление (ложемент для крепления фланца отопителя на кожухе отопителя 2111-8101025). Приложить фланец отопителя 2111-8101270 к кожуху отопителя 2111-8101025 и просверлить через отверстия во фланце три отверстия в кожухе дрелью со сверлом диаметром 5 мм (рисунок 1)	20,7
2111-8101024	Кожух отопителя левый	Включить ленточную пилу. Взять кожух отопителя левый 2111-8101024 и отрезать кронштейн по линии образки. Выключить ленточную пилу (рисунок 2)	10
		Через отверстие во фланце просверлить одно отверстие в кожухе просверлить одно отверстие в кожухе отопителя 2111-8101024 дрелью со сверлом диаметром 5 мм (рисунок 3)	7,3



Рис. 1. Кожух отопителя правый 2111-8101025.



Рис. 2. Обрезка кронштейна.

На заводе имеются высококвалифицированные специалисты, совместными усилиями которых можно доработать пресс-формы следующим образом: поставить

заглушку в пресс-форму на месте кронштейна; установить стержни в пресс-форме нужного диаметра в местах крепления фланца.

Рассмотрим уровень загрузки литейщиков по отношению к загрузке оборудования, на котором изготавливаются комплектующие (рис. 3).

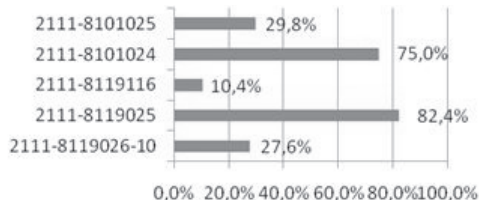


Рис. 3. Уровень загрузки литейщика по отношению к загрузке станка.

Получаем, что литейщики работают от 10% до 82,4% времени, остальное время является временем ожидания выхода готового продукта. Необходимо преобразовать время ожидания во время создания ценности. Для этого посмотрим, что происходит с изделием на сборке. Каждое из комплектующих изделий на сборочном участке подвергается обработке, представленной в таблице 2.

Таблица 2. Операции обработки комплектующих изделий.

Номер детали	Наименование детали	Наименование операций	Время на обработку, сек
2111-8119026-10	Корпус воздухозаборника нижний	По всему пазу уложить уплотнительный жгут 2111-8101526	7,1
2111-8119025	Корпус воздухозаборника верхний	По всему пазу уложить уплотнительный жгут 2111-8101526	7,1
2111-8119116	Крышка фильтра	Наклеить уплотнитель 2111-8101197, по контуру уложить уплотнительный жгут 2111-8101526	18,4
2111-8101024	Кожух отопителя левый	Наклеить уплотнитель 2111-8101274, по всему пазу и в паз соединения с ответной деталью уложить уплотнительный жгут 2111-8101526	15
2111-8101025	Кожух отопителя правый	Приклеить прокладку шумопоглощающую 2111-8101029, наклеить уплотнитель 2111-8101274	19

Рассмотрим уровень загрузки литейщиков, при условии выполнения ими операций, представленных в таблице 2 (рис. 4).



Рис. 4. Уровень нагрузок литейщиков после преобразований.

Таким образом, выносим операции по приклеиванию уплотнителей и укладке уплотнительных жгутов за процесс сборки, что позволит сократить цикл сборки.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Дневная выработка участка согласно данным отдела труда и заработной платы составляет 240 изделий в смену. Рассчитаем время такта «как должно быть». Заказ потребителя на год составляет  $N_{год} = 40000 шт.$

Действительный фонд времени составляет:

$$\Phi = n \cdot f \cdot (t_{смен} - t_{перер}) \cdot 3600 сек, \tag{1}$$

где  $n = 249$  – количество рабочих дней в году;  $f = 1$  – количество рабочих смен;  $t_{смен} = 9 ч$  – продолжительность смены;  $t_{перер} = 1 ч$  – время на обеденный перерыв.

$$\Phi = 249 \cdot 1 \cdot (9 - 1) \cdot 3600 = 7171200 сек.$$

Так как на участке сборки оборудование не используется, возьмем  $OEE = 95\%$  – коэффициент полезного использования рабочего времени.

$$T_{такта} = \frac{7171200}{40000} \cdot 0,95 = 174 сек.$$

При времени такта равном  $T_{такта} = 174 сек$  сменная выработка составит:

$$N_{смен} \text{ как должно быть} = \frac{t_{смен} - t_{перер}}{T_{такта}} \cdot 3600 = \frac{9-1}{174} \cdot 3600 = 166 \text{ изделий.}$$

Таким образом, в смену производится на  $240 - 166 = 74$  изделия больше, чем требует потребитель.

Наличие вариаций продолжительности выполнения отдельных работ порождает эффект очередей и накопления незавершенной продукции. Для оценки данного вида потерь представим на рис. 5 уровень загрузки сборщиков на рабочих местах. Таким образом, можно сделать вывод о том, что перед рабочими местами №2, №5 и №7 образуются запасы незавершенной продукции. Наибольшие потери на сборочном участке возникают из-за того, что в обязанности сборщиков входит не только сборка отопителя, транспортировка на рабочие места, но и разборка коробок, в которых перевозятся комплектующие изделия.

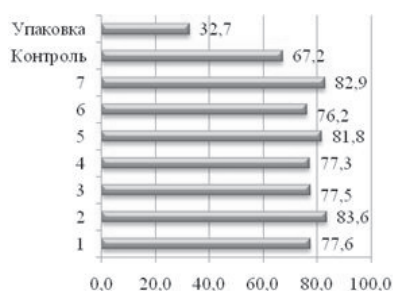


Рис.5. Уровень загрузки сборщиков на рабочих местах.

Все действия, выполняемые подсобным рабочим, не прибавляют ценности продукту, так как упаковка является следствием того, что отопитель после своего изготовления не сразу устанавливается в автомобиль, а проделывает путь из одного города в другой. Для сохранения целостности продукта, производитель вынужден его упаковать в коробку. Для удобства транспортировки коробки составляются на поддон по 12 штук, поддон упаковывают стрейч пленкой. Ввиду того, что сборщики комплектуют свои рабочие места сами, они вынуждены делать заделы, чтобы в случае отсутствия одного из сборщиков на рабочем месте поток не останавливался.

Рассмотрим действия по вывозу пустого контейнера с рабочего места №4: контейнер пуст; перевезти

полный контейнер на другое место, чтобы взять пустой; вывести пустой контейнер; полный контейнер поставить на то место, где прежде стоял пустой; привести второй полный.

Временные затраты на вышеизложенные действия составляют 5 минут.

На выходе готового изделия дефектов по причине несоответствующей сборки не бывает. Они встречаются только по причине несоответствия комплектующих изделий. В случае обнаружения несоответствия на рабочем месте №8, где осуществляется контроль, изделие отправляется на рабочее место, на котором было установлено несоответствующее комплектующее, где несоответствие устраняется. Данное действие вызывает простой всего сборочного участка.

Разработаем технологический процесс, обеспечивающий максимальную ценность продукту.

Таблица 3. Технологический процесс сборки отопителя салона 2111-8101012-31 «как должно быть».

№	Операции	время, сек
Рабочее место №1		
1	Взять воздухозаборник промежуточный 2111-8119124 и установить клапан стока воды, продев в отверстие корпуса шипы клапана, потянув за шипы клапана внутрь корпуса до момента, когда из отверстий корпуса выйдет «грибок» шипа клапана	8,1
2	Взять корпус воздухозаборника нижний 2111-8119026-10 и установить клапан стока воды, продев в отверстие корпуса шипы клапана, потянув за шипы клапана внутрь корпуса до момента, когда из отверстий корпуса выйдет «грибок» шипа клапана	9,8
3	Установить на пять винтов 1/76692/01 пять шайб 1/05192/01	20,1
4	Соединить воздухозаборник промежуточный 2111-8119124 с корпусом 2111-8119026-10 и зафиксировать их друг с другом заранее приготовленными пятью винтами с шайбами при помощи электроотвертки	16
5	Установить корпус воздухозаборника верхнего 2111-8119025 на корпус воздухозаборника нижнего 2111-8119026-10 и зафиксировать их друг с другом восьмью скобами 2108-8101110 с помощью ключа гаечного № 14	18
6	Установить на два винта 1/76702/01 и один винт 1/76703/01 три шайбы 1/05193/01. Зафиксировать корпус воздухозаборника приготовленными тремя винтами с шайбами электроотверткой	17,8
7	В установочные места корпуса воздухозаборника установить четыре пружинные гайки 2101-8109137	19,4
8	На фланец электроventилятора наклеить уплотнитель, предварительно сняв с него защитную плёнку (плёнку поместить в корзину с идентификацией «отходы IV класса»)	20,2
9	Установить в корпус воздухозаборника электроventилятор, сориентировав его таким образом, чтобы патрубок на электроventиляторе находился напротив патрубка на корпусе воздухозаборника, и боышки корпуса вошли в отверстие резиновых амортизаторов фланца ventилятора	7

Продолжение таблицы 3		
10	Установить на три винта три комплектных шайбы. Зафиксировать электроventилятор на корпусе с помощью трех винтов с комплектными шайбами (электроотвёртка)	20,6
11	Установить в корпус воздухозаборника фильтр воздушный	8,8
Рабочее место №2		
1	Взять кожух отопителя правый из контейнера и положить на стол	2,1
2	Установить кожух отопителя правый на приспособление. Приложить фланец отопителя к кожуху. Взять гайку, установить её на держатель и сориентировав её снизу отверстия в кожухе. Взять винт и сориентировав его сверху отверстия во фланце, вкрутить в гайку при помощи электроотвертки. Закрепить фланец на кожухе, установив винты с гайками во все отверстия. Снять с приспособления	29,4
3	В кожух установить гайку пружинную и прижать к ней кусочек авто-герметика, предварительно отрезав ~ 10 мм от полосной ленты шириной 18 мм	10,5
4	Взять заслонку с контейнера и положить на стол	1,4
5	Установить в кожух отопителя правый заслонку отопителя	2,5
6	Взять кожух отопителя левый с контейнера и положить на стол	2,2
7	Соединить кожух с кожухом и зафиксировать их между собой семью скобами с помощью ключа гаечного № 14	22,9
8	Взять гайку, сориентировав её снизу отверстия в кожухе, взять винт и сориентировав его сверху отверстия во фланце. Вкрутить в гайку при помощи электроотвертки	12,4
9	По контуру радиатора приклеить уплотнитель радиатора, предварительно сняв с него защитную плёнку. Поместить пленку в корзину с идентификацией «отходы IV класса»	12,7
10	Установить радиатор на ложемент для сборки радиатора	2,2
11	Подготовить хомут	3,5
12	Установить на трубку пароводящий хомут и установить его на радиатор. Зафиксировать его хомутом при помощи отвёртки	14,8
13	Установить на шланг отводящий и подводящий хомуты и установить их на радиатор. Зафиксировать шланги хомутами при помощи электроотвертки	24
14	Установить радиатор в корпус отопителя	2,6
15	Установить на три винта три шайбы. Зафиксировать радиатор в корпусе отопителя тремя винтами с шайбами при помощи электроотвертки	20,6
Рабочее место №3		
1	В ось заслонки управления отопителем установить моторедуктор, причем таким образом, чтобы квадрат оси заслонки совпадал с квадратным отверстием моторедуктора	3,2

Окончание таблицы 3		
2	Установить на три винта три шайбы. Зафиксировать моторедуктор тремя винтами с шайбами при помощи электроотвёртки	24,2
3	Взять крышку фильтра с контейнера и положить на стол	2,2
4	Установить крышку фильтра на корпус воздухозаборника	4,5
5	Установить на четыре винта четыре шайбы. Зафиксировать крышку четырьмя винтами вворачивая их в гайки пружинные электроотверткой	13,2
6	В корпус воздухозаборника установить резистор добавочный и зафиксировать его винтом (электроотвертка)	2,9
7	Установить патрубок подвода воздуха электровентилятора. Установить хомут ребристой стороной вниз за скобу	9
8	Узел радиатора и узел воздухозаборника соединить вместе и зафиксировать винтом с шайбой.	27,2
9	Отрезать от ленты профильного герметика шириной 18 мм полосу длиной ~ 30 мм и наклеить её в установочную щель кожуха	10,6
10	На фланец наклеить уплотнитель отопителя, сняв предварительно защитную плёнку и поместив её в корзину с идентификацией «Отходы IV класса».	13
11	Поставить личное клеймо	2,2
12	Произвести визуальный осмотр отопителя на соответствие контрольному образцу внешнего вида	9
13	Подключить клеммы прибора к соответствующим клеммам отопителя. Контроль работоспособности моторедуктора	33,3
14	Наклеить штрих-кодированную бирку предприятия изготовителя	1,4
15	Поставить штамп с логотипом завода-изготовителя и крестики на моторедуктор, резистор, электровентилятор и радиатор	7,7
16	Отключить отопитель от стенда	3,9
17	На кронштейн отопителя установить втулку г/картон 485x55	5

Время цикла нового процесса составит  $T_u = 476$  сек.

При расчете количества рабочих добавим 10% ко времени цикла. Это страховой запас времени  $k_n$  на непредвиденные обстоятельства.

$$K_p = \frac{T_u}{T_{такт}} \cdot k_n = \frac{476}{174} \cdot 1,1 = 2,7 \text{ чел.} \quad (2)$$

Принимаем  $K_p = 3$  человека.

Работа сборщиков будет осуществляться следующим образом. Сборщик в своей работе использует комплектующие изделия собственного производства, который

будут храниться в контейнерах и покупные комплектующие изделия, которые на участке будут находиться в пластиковой таре. Те покупные комплектующие изделия, число которых в коробке, приходящей от поставщика, незначительно и коробка относительно небольшого размера будут приходить на участок сборки в коробке поставщика. По системе KANBAN нам потребуется два комплекта тары: один комплект будет на участке сборки, другой у подсобного рабочего, который будет относить тары на склад, сдавать диспетчеру, а затем забирать полные тары. Сборщик будет брать комплектующие из тары, расположенной на верхней полке стола. После того, как тара опустеет, он поставит ее на нижнюю полку стола. Наличие тары на нижней полке и будет сигналом для подсобного рабочего о том, что тара пуста.

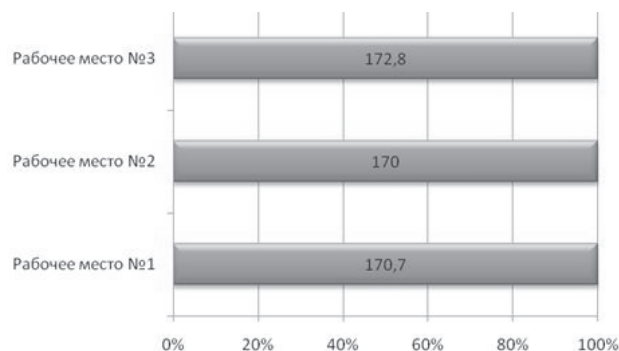


Рис. 6. Уровень загрузки сборщиков.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработанный технологический процесс имеет более качественные характеристики получения продукции — отопителя салона 2111-8101012-31. Изготавливать один отопитель будет более выгодно за счет снижения затрат человеческих и временных ресурсов, что обеспечивает повышение качества изготовления отопителя, так как затраты ресурсов относятся к показателям себестоимости отопителя.

### ВЫВОДЫ

В результате работы получаем следующие изменения в показателях результативности: производительность (шт/чел) было 35,1 стало 50,6; численность сборщиков изменилось с 8 до 3 человек; производственная площадь уменьшена с 62,4 м<sup>2</sup> до 30 м<sup>2</sup>; время цикла сокращено с 622 сек. до 467 сек.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вумек Дж. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Дж. Вумек, Д. Джонс. Пер. с англ. — М: Альбина Бизнес Букс, 204. — 473 с.
2. Левинсон У. Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь / У. Левинсон, Р. Рерик. — М.: Стандарты и качество, 2007. — 272 с.

## THE METHODOLOGY OF RISE EFFICIENCY PACKAGING PROCESS BY CABIN HEATER ON BASIS OF LEAN PRODUCTION CONCEPTION

© 2012

*V.E. Godlevski*, doctor of technical sciences, department chief  
*R.V. Butkevich*, candidate of technical sciences, department chief  
*Y.S. Klochkov*, candidate of technical sciences, associate professor, director  
*M.G. Giorbelidze*, chief specialist  
*A.N. Zhadyaev*, chief specialist  
*T.S. Selezneva*, specialist

*Volga Region Office of Academy of Quality Problems of Russian Federation*

*Keywords:* lean production; heater; production pulling; overproduction; defects; re-engineering; packaging process; KANBAN system.

*Annotation:* In this article we described methodology of rise efficiency packaging process of cabin heater on basis of lean production conception, made a detailed analysis of each stage. It described major negative profit by production. Made a detailed analysis of technological process heater production, was found its shortage on each stage. It worked out new operation sequence which full conform to lean production. It presented comparative assessment efficiency parameters.

УДК 621.793.74

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕПЛОВЫХ И ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

© 2012

*В.С. Гончаров*, кандидат технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Инженерная защита окружающей среды»  
*С.Г. Прасолов*, кандидат физико-математических наук, доцент,  
доцент кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»  
*Е.В. Васильев*, научный сотрудник Центра высоких технологий  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*М.В. Гончаров*, старший преподаватель кафедры  
«Сервис технических и технологических систем»  
*Поволжский государственный университет сервиса, Тольятти (Россия)*

*Ключевые слова:* Вакуумно-диффузионное насыщение; газопламенное напыления; коррозионная защита; защитные покрытия; особые свойства.

*Аннотация:* Разработана комплексная технология защиты внутренних и внешних поверхностей металлических труб коррозионностойкими покрытиями на основе хрома с использованием методов газопламенного напыления и вакуумно-диффузионного насыщения.

### ВВЕДЕНИЕ

Экологическая безопасность — одна из составляющих национальной безопасности, совокупность природных, социальных, технических и других условий, обеспечивающих качество и безопасность жизни и деятельности

проживающего (либо действующего) на данной территории населения и обеспечение устойчивого состояния биоценоза и биотопа естественной экосистемы [8]. Применительно к трубопроводным системам экологическую безопасность можно рассматривать как совокупность