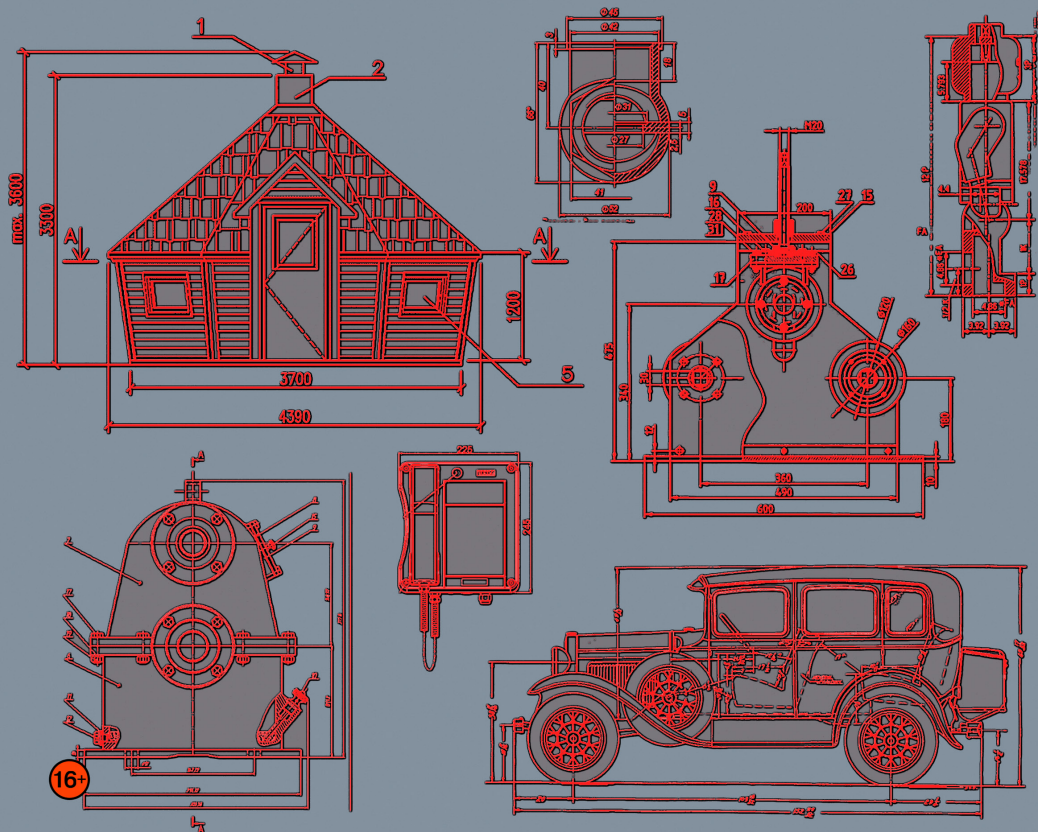


# ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИКА ИНЖЕНЕРИЯ

международный научный журнал



# ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИКА ИНЖЕНЕРИЯ

Международный научный журнал  
№ 3 (13) / 2019

Издается с июня 2016 г.

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

### **Международный редакционный совет:**

- Айрян Зару Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максутович, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)  
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

# СОДЕРЖАНИЕ

## МЕТАЛЛУРГИЯ

Мурзин С. С.

**Исследование влияния диффузионного отжига на величину коробления цементованных деталей ..... 1**

## СТРОИТЕЛЬСТВО

Поняев А. Н., Дворников Ю. Я., Абрамова Д. О.

**Проблемы проектирования в строительстве, их решение .... 13**

Поняев А. Н., Дворников Ю. Я.

**Строим энергоэффективные здания: тенденция настоящего времени ..... 17**

Титаренко А. В., Мкртычев О. В.

**Информационные потоки при выборе эффективных методов покрытия одноэтажных промышленных зданий ..... 21**

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Ванькова Н. Р., Тулина О. В.

**Исследование метрологических характеристик масс-спектрометрического метода измерения массовых концентраций химических элементов ..... 28**

## НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Прокопьев Н. Я., Комаров А. П.

**Фиксатор для дыхательной трубки к голове новорожденных и грудных детей (патент на полезную модель № 152025) ..... 33**

# МЕТАЛЛУРГИЯ

## Исследование влияния диффузионного отжига на величину коробления цементованных деталей

Мурзин Сергей Сергеевич, начальник термического участка  
ЗАО «Невский Завод» (г. Санкт-Петербург)

*В статье рассмотрены вопросы сокращения поволодок цементованных деталей за счет перераспределения углерода по слою в процессе диффузионного отжига. Рассчитаны возможные варианты проведения режимов цементации и диффузионного отжига, для достижения заданных параметров распределения углерода по слою, на основании которых проведена экспериментальная работа.*

**Ключевые слова:** цементация, диффузионный отжиг, коробление цементованных деталей.

*The article deals with the reduction of the leash of cemented parts due to the redistribution of carbon in the layer in the process of diffusion annealing. Possible variants of cementation and diffusion annealing regimes are calculated to achieve the specified parameters of carbon distribution over the layer, on the basis of which experimental work is carried out.*

**Key words:** Carburizing, diffusion annealing, case hardening, warping of parts

### Теоретические основы сокращения величины поволодок при термообработке цементированных деталей

Согласно [1] выделяют следующие источники автодеформации:

- 1) Неравномерное тепловое расширение (сжатие) массы изделия при образовании неоднородного температурного поля.
- 2) Температурная зависимость механических свойств материала.

- 3) Фазовые (структурные) превращения в материале
- 4) Местное изменение химического состава

Согласно [2] наиболее существенна деформация при закалке. Она возникает преимущественно в результате объемных изменений в интервале мартенситного превращения и в меньшей степени температурным градиентом. Мартенсит является составляющей с наибольшим удельным объемом, и согласно [3] степень тетрагональности решетки мартенсита увеличивается по мере повышения содержания углерода.

Изменить градиент температурного поля в процессе термообработки, не всегда представляется возможным, в виду заложенной геометрии и материала изделия в конструкторской документации, а также безальтернативности закалочной среды в конкретных производственных условиях. Изменение геометрии в результате изменения механических свойств при температурном воздействии (отпуске) должна компенсироваться выбором низкого отпуска из диапазона 140-200 °С, при котором не происходит активного распада остаточного аустенита.

Таким образом главными направлениями для уменьшения деформации при выборе технологии термической обработки видятся в уменьшении процентного содержания углерода в поверхностной зоне цементованного слоя и сглаживание его химической неоднородности по углероду. Поставленной цели можно достичь, используя нагрев и тепловую выдержку при температуре активной диффузии углерода, без подвода потока диффундирующего вещества, после процесса цементации.

Математическое описание диффузии при цементации основано на предположениях Фика, который вывел основные уравнения диффузии. Второе уравнение диффузии, в общем виде имеет вид:  $dc/d\tau = D(d^2c/dx^2 + d^2c/dy^2 + d^2c/dz^2)$  [4]. Или для одномерной задачи:  $dc/d\tau = D(d^2c/dx^2)$ , где  $c$  — концентрация углерода,  $\tau$  — время,  $D$  — коэффициент диффузии,  $x$  — расстояние от нагреваемой поверхности до данной точки.

#### **Оборудование и материалы и методики исследования**

Твердость образцов измерялась твердомером по методу Супер-Роквелла ТКС-1М ГОСТ 22975-78

Глубина цементованного слоя измерялась на изломе при помощи микроскопа измерительного МПБ-3

Величина поводки измерялась на контрольной плите рейсмусом

Цементация проводилась в шахтной печи Ц-105А, термообработка в мuffleйной печи SNOL40/1180

Образцы изготовлены из листа толщиной 5 мм, плавки 121689 с следующим химическим составом:

Химический состав листовой стали 3

Плавка	Марка стали	C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Cr, %	Cu, %	Ni, %	Al, %	As, %	N, %
121689	Ст3сп	0,2	0,56	0,24	0,025	0,019	0,04	0,05	0,04	0,04	0,002	0,008

**Экспериментальная работа по определению изменения величины деформации после термической обработке в результате диффузионного отжига цементованных деталей**

Чтобы оценить величину изменения поволоок, возникающих после термической обработки, в зависимости от перераспределения содержания углерода в цементованном слое после диффузионного отжига была проведена опытная работа. Были изготовлены 15 образцов из листовой стали ст3 следующего вида:

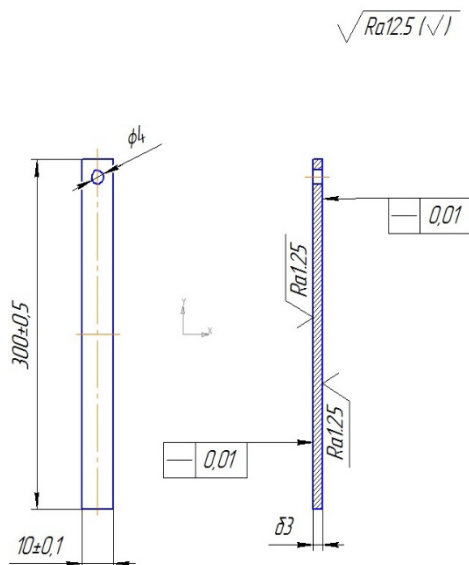


Рис. 1. Образец для оценки изменения деформаций после термической обработке в результате диффузионного отжига после цементации

### Расчет распределения углерода в цементованном слое

Для определения динамики распределения углерода в процессе диффузионной тепловой выдержки, необходимо сначала определить распределение углерода в цементованном слое. Для этого решим второе уравнение диффузии методом конечных разностей для наших образцов, как для пластины конечной толщины и неограниченных размеров по длине и ширине, сведя задачу к одномерной. Разделим нашу пластину на слои равной толщины с номерами  $n-1$ ,  $n$ ,  $n+1$  и т.д., а время на малые интервалы,  $k-1$ ,  $k$ ,  $k+1$  и т.д., Тогда концентрация углерода в  $n$ -ом слое в  $k$ -ый промежуток времени будет  $c_{n,k}$ . При этом дифференциальное уравнение диффузии  $dc/d\tau = D (d^2 c/dx^2)$  заменяется уравнением в конечных разностях

$$(c_{n,k+1} - c_{n,k})/\Delta\tau = D (c_{n+1,k} - c_{n,k} - c_{n,k} + c_{n-1,k})/\Delta x^2$$

Тогда:

$$c_{n,k+1} - c_{n,k} = (2D \Delta\tau/\Delta x^2) ( (c_{n+1,k} + c_{n-1,k})/2 - c_{n,k} )$$

Множителю пропорциональности  $(2D \Delta\tau/\Delta x^2)$ , можно придавать любые значения, так как  $\Delta\tau$  и  $\Delta x$  можно выбирать любые.

Тогда примем  $(2D \Delta\tau/\Delta x^2) = 1$ , промежуток времени  $\Delta\tau = (\Delta x^2)/2D$ , и в этом случае уравнение примет вид:  $c_{n,k+1} = (c_{n+1,k} + c_{n-1,k})/2$

- В качестве граничных условий определим постоянство концентрации углерода на поверхности пластины во все промежутки времени, примем ее равной 0,8%. Для приближения расчетных значений к реальным показателям, выберем коэффициент диффузии для каждого промежутка времени из данных, полученных в работе [6]. Рассчитав распределение концентрации углерода после газовой цементации, примем полученное распределение углерода, как начальные условия при диффузионной тепловой выдержке пластин. Эффективным цементованным слоем будем считать слой с содержанием углерода 0,4% и выше [6]

Разобьем 15 образцов на группы по 5 штук. Выберем критерии для каждой группы образцов.

Группа 1 — Слой 0,8мм, содержание углерода в поверхностном слое 0,8% (обычный режим цементации)

Группа 2 — Слой 0,8мм, содержание углерода в поверхностном слое 0,7%

Группа 3 — Слой 0,8мм, содержание углерода в поверхностном слое 0,6%

Для выбора режима цементации и диффузионного отжига каждой группы произведем множество расчетов. Результаты приведем в виде диаграмм.



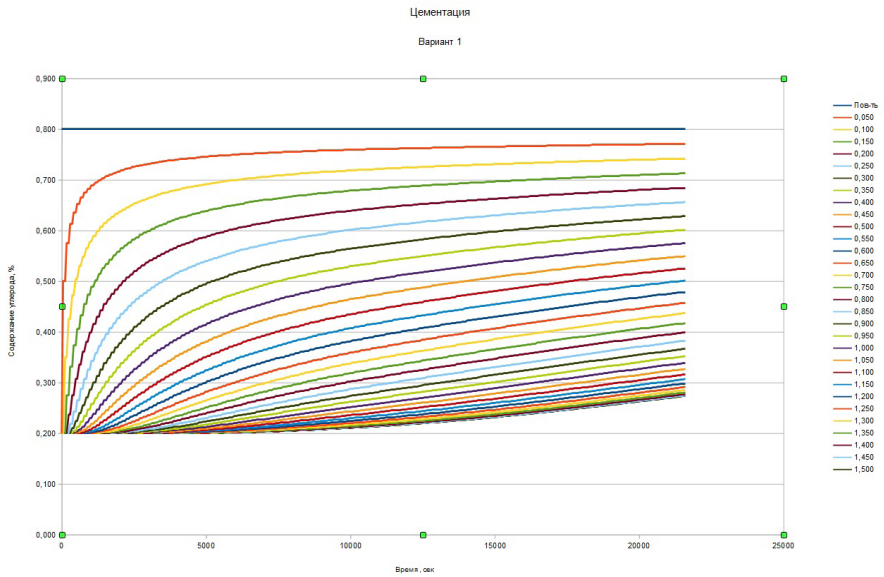


Рис. 2. Распределение концентрации углерода после газовой цементации для группы 1

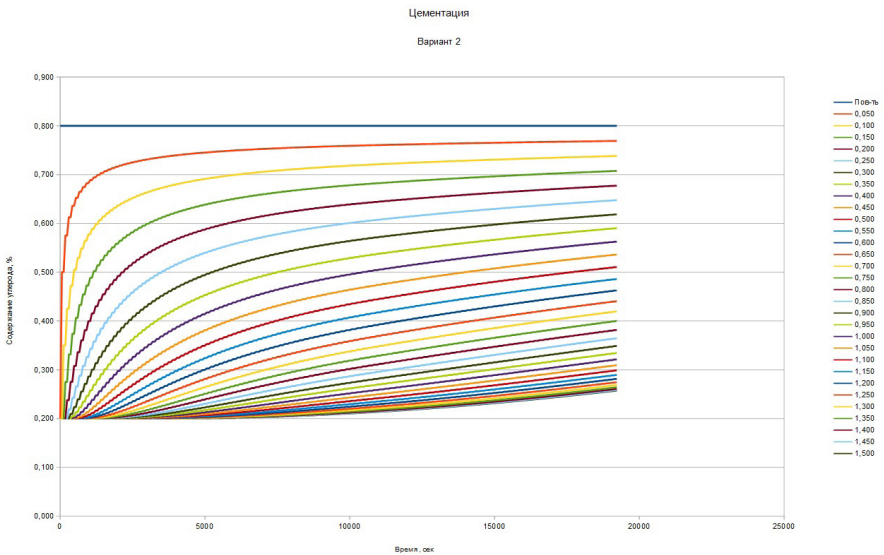


Рис. 3. Распределение концентрации углерода после газовой цементации для группы 2

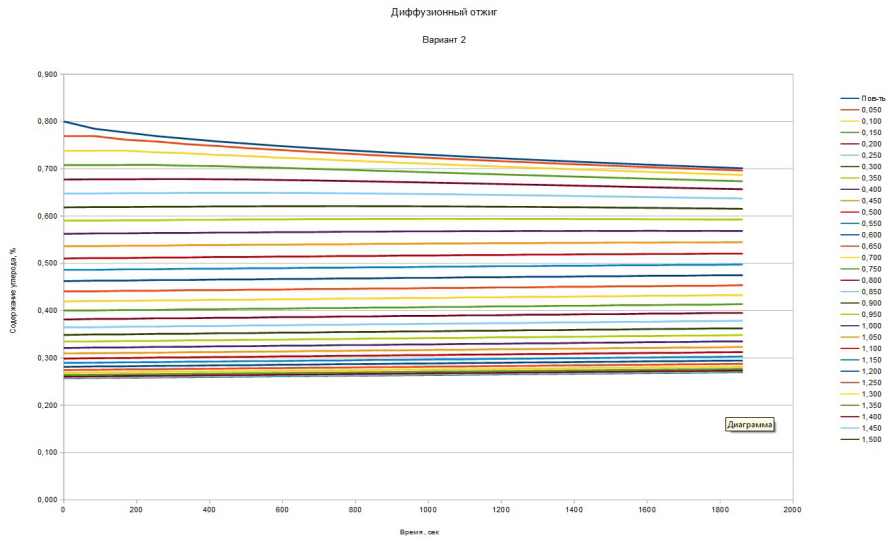


Рис. 4. Распределение концентрации углерода после диффузионной отжига для группы 2

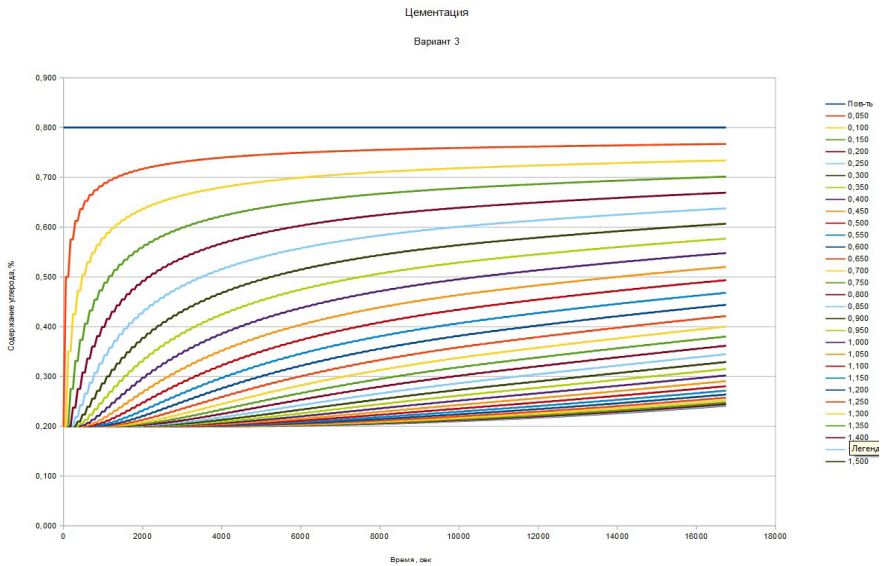


Рис. 5. Распределение концентрации углерода после газовой цементации для группы 3

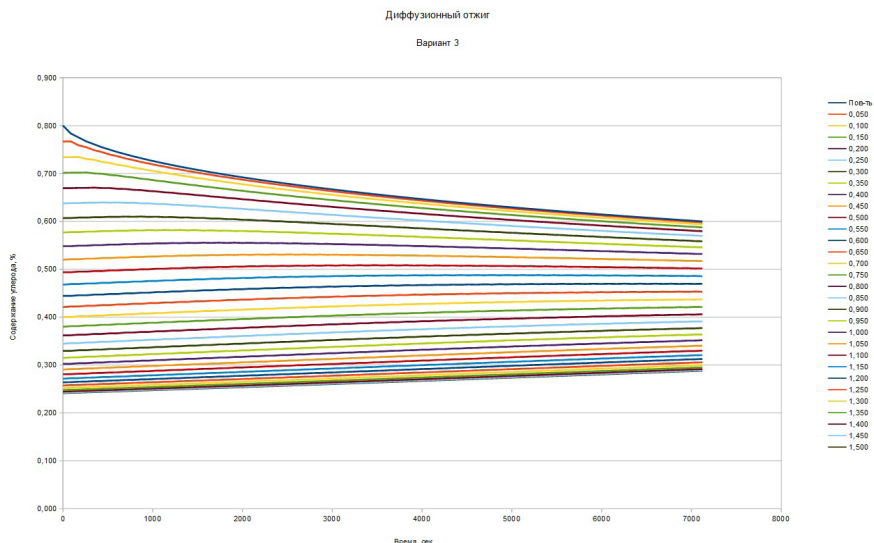


Рис. 6. Распределение концентрации углерода после диффузионной отжига для группы 3

На основании проведенных расчетов выберем режимы цементации. При этом диффузионный отжиг совместим с процессом газовой цементации, давая выдержку согласно расчетам при уменьшении подачи карбюризатора.

### Технология цементации, диффузионного отжига и последующей термической обработки

#### Вариант 1 для группы образцов 1:

005 Нагрев до 940°C по мощности печи

При температуре не выше 500°C включить подачу воды для охлаждения подшипника

При температуре 750-760°C подать керосин 50-75 капель в минуту

При температуре 900°C и выше поддерживать подачу керосина 120-130 капель в минуту

010 Установление цементационной атмосферы

После достижения в рабочей зоне печи 940°C дать выдержку 0,5 часа для установления цементационной атмосферы. Подача керосина 120-130 капель в минуту

020 Насыщение

Температура 940°C. Подача керосина — 120-130 капель в минуту. Выдержка — 6 часов

030 Охлаждение

После начала охлаждения подачу керосина установить на 50-75 капель в минуту

На температуре 750-760°C перекрыть керосин

Вскрыть печь по достижению температуры 200-300°C

Вариант 2 для группы образцов 2:

005 Нагрев до 940°C по мощности печи

При температуре не выше 500°C включить подачу воды для охлаждения подшипника

При температуре 750-760°C подать керосин 50-75 капель в минуту

При температуре 900°C и выше поддерживать подачу керосина 120-130 капель в минуту

010 Установление цементационной атмосферы

После достижения в рабочей зоне печи 940°C дать выдержку 0,5 часа для установления цементационной атмосферы. Подача керосина 120-130 капель в минуту

020 Насыщение

Температура 940°C. Подача керосина — 120-130 капель в минуту. Выдержка — 5,5 часов

030 Диффузионный отжиг

Температура 940°C. Подача керосина — 50-75 капель в минуту. Выдержка — 35 минут

040 Охлаждение

После начала охлаждения подачу керосина установить на 50-75 капель в минуту

На температуре 750-760°C перекрыть керосин

Вскрыть печь по достижению температуры 200-300°C

Вариант 3 для группы образцов 3:

005 Нагрев до 940°C по мощности печи

При температуре не выше 500°C включить подачу воды для охлаждения подшипника

При температуре 750-760°C подать керосин 50-75 капель в минуту

При температуре 900°C и выше поддерживать подачу керосина 120-130 капель в минуту

010 Установление цементационной атмосферы

После достижения в рабочей зоне печи 940°C дать выдержку 0,5 часа для установления цементационной атмосферы. Подача керосина 120-130 капель в минуту

020 Насыщение

Температура 940°C. Подача керосина — 120-130 капель в минуту. Выдержка — 4 часа 40 минут

030 Диффузионный отжиг

Температура 940°C. Подача керосина — 50-75 капель в минуту. Выдержка — 2 часа

040 Охлаждение

После начала охлаждения подачу керосина установить на 50-75 капель в минуту

На температуре 750-760°C перекрыть керосин

Вскрыть печь по достижению температуры 200-300°C

После цементации необходимо термообработать все 3 группы образцов совместно:

*Закалка*

005 Нагрев и выдержка

Посадить образцы в печь на температуру 820°C согласно рисунка 7

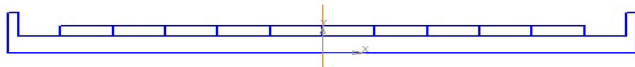


Рис. 7. Садка образцов

Выдержать в печи 20 минут

010 Охлаждение

Охладить в воде совместно

*Отпуск*

005 Нагрев и выдержка

Температура посадки 180°C. Выдержка — 4 часа

010 Охлаждение — воздух

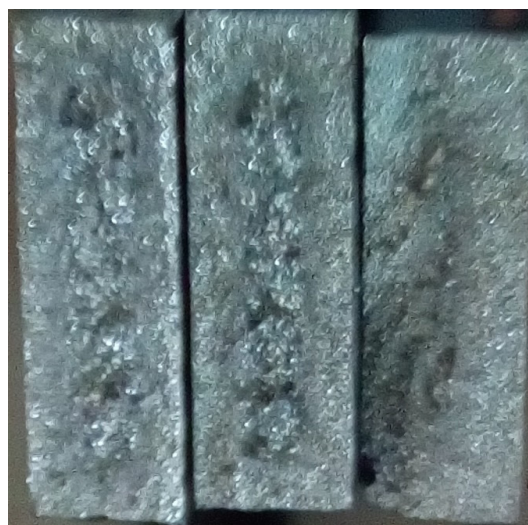
Далее были измерены: при помощи рейсмуса на контрольной плите кривизна каждого образца, твердость поверхности при помощи твердомера по методу Супер-Роквелла ТКС-1М, глубина цементованного слоя фрактографически. Данные занесены в таблицу 2. На рисунке 8 представлена фотография излома образцов.

Таблица 2

Результаты измерений образцов

№ образца	Максимальная величина кривизны поверхности, мм	Твердость на поверхности образца, HRN15	Глубина слоя определенной фрактографически, мм
1-1	1	90,5	0,85
1-2	2,1	90,5	0,9
1-3	2,25	91	0,8
1-4	5,3	89	0,8
1-5	12,7	89	0,9
2-1	1,3	89	0,95
2-2	2,3	89	1,0

2-3	2,6	89,5	1,05
2-4	3	89	1,0
2-5	5	88	0,95
3-1	1	89	1,1
3-2	3	90	1,05
3-3	3	90,5	1,0
3-4	3,3	91	1,1
3-5	4,5	89	1,1



а б в

Рис. 8. Фотография излома: а) образец 1-2; б) образец 2-3; в) образец 3-4  
Обсуждение полученных результатов

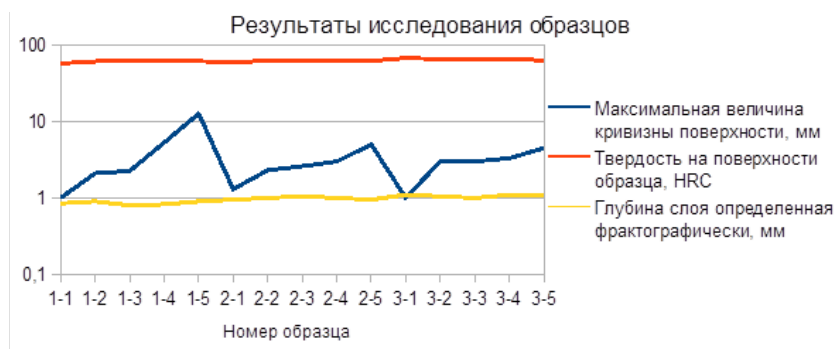


Рис. 9. Результаты исследования образцов  
(в логарифмическом масштабировании)

Среднее значение величины коробления:

Для группы образцов 1-4,67 мм

Для группы образцов 2-2,84 мм

Для группы образцов 3-2,96 мм

Среднее значение величины отклонений коробления образцов от среднего значения коробления (характеризует разброс значений поводок для каждой группы образцов):

Для группы образцов 1-3,46 мм

Для группы образцов 2-0,928 мм

Для группы образцов 3-0,784 мм

Также можно наблюдать, что если для образцов группы 1 глубина слоя расчетная и измеренная в ходе эксперимента практически совпадают, то для образцов группы 2 и 3 появляется расхождение, что говорит о изменении коэффициента диффузии в результате перераспределения углерода в процессе диффузионного отжига. Динамика увеличения глубины слоя с увеличением времени диффузионного отжига говорит о том, что коэффициент растет, что можно использовать для катализа процесса. Таким образом для создания полной математической модели необходимо уточнять коэффициенты диффузии при диффузионном отжиге серией экспериментов.

### **Выводы**

Исходя из полученных данных можно сделать выводы, что:

1) Выбранные режимы диффузионного отжига снижают величину поводок примерно в  $\sim 1,6$  раз (в 1,64 раза для группы образцов 2, в 1,57 раза для группы образцов 3).

2) Выбранные режимы диффузионного отжига снижают разброс значений поводок, что говорит о том, что, чем выше разница в содержании углерода в цементованном слое, а также чем выше его процентное содержание в поверхностном слое, тем выше непредсказуемость значений результирующих изгибающих сил, возникающих при закалке, их величины и направления.

3) Необходимо определить коэффициенты диффузии для диффузионного отжига, для создания более полной математической модели процесса, что в перспективе позволит получать не только более ровные по химическому составу цементованные слои, но и катализировать процесс проведения насыщения.

### **Литература:**

1. Термическая обработка в машиностроении. Справочник. Под ред. Ю. М. Лахтина, А. Г. Рахштадта. Москва, издательство «Машиностроение», 1980 г. — 783 с.

2. Инструментальные стали. Геллер Ю.А. М.: Металлургия, 1983. — 527 с
3. Металловедение и термическая обработка. Блантер М.Е. М., «Машгиз», 1963
4. Диффузия в металлах. Бокштейн Б.С. Учебное пособие. — М.: Металлургия, 1978. — 248 с.
5. Химико-термическая обработка металлов. М.Ю. Лахтин, Б.Н. Арзамасов, М.: Металлургия, 1985
6. Расчетно-экспериментальное исследование процесса каталитической газовой цементации стальной пластины. М.В. Майсурадзе, М.А. Рыжков, О.А. Сурнаева 8XVI Международная научно-техническая уральская школа-семинар металлосведов — молодых ученых Екатеринбург, 07-11 ноября 2015 г.



# СТРОИТЕЛЬСТВО

## Проблемы проектирования в строительстве, их решение

Поняев Александр Николаевич, студент магистратуры;  
Дворников Юрий Яковлевич, доцент;  
Абрамова Дарья Олеговна, студент магистратуры  
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

*Автор статьи выявляет наиболее характерные проблемы в строительной области на этапах проектирования объектов (зданий) нового поколения. Для их идентификации строительным компаниям предлагается применять с июля 2019 года новую официальную версию — информационно-технологическую модель BIM. Данная модель позволит оптимизировать и сделать эффективным процесс проектирования на разных стадиях разработки и организации.*

**Ключевые слова:** строительная сфера, строительство, проект, проектирование, внедрение, BIM-технология, информационная модель здания, эффективность проектирования.

## Problems of design in construction, their decision

*The author of the article reveals the most typical problems in the construction area at the stages of designing facilities (buildings) of the new generation. To identify them, construction companies are invited to apply from July 2019 a new official version — the BIM information technology model. This model will optimize and make effective the design process at different stages of development and organization.*

**Keywords:** construction sphere, construction, project, design, implementation, BIM-technology, building information model, design efficiency.

Строительство является одной из самых быстроразвивающихся отраслей в России. По своей направленности влияет на рост показателей строительного воспроизводства и потенциала в сфере строительства и недвижимости. Постоянное и динамичное развитие объемов строительства и инвестирования средств в проекты говорит об оптимистических прогнозах на 2020 г. Рост показателей объемов строительства уже в первом квартале 2019 г. вызван увеличением производства работ в строительной сфере; разработкой и внедрением новых проектов; доработанных технологических карт проектирования; инновациями в технологиях и материалах строительства; возведением новых видов объектов недвижимости; увеличением спроса на строительство частного владения и т. д. Но, есть и остаются актуальные проблемы, которые негативно отражаются на проектной деятельности, так как государственная политика в отношении развития проектных институтов отсутствует вообще. Институты, несмотря на нерешенность разного рода проблем продолжают функционировать и выживать совсем не в простых условиях.

Преобладание высоких и опережающих темпов в строительной отрасли задают новый уровень стандартам и требованиям к качеству возводимого жилья. Современные стандарты менеджмента качества ISO-9000 строительных конструкций зданий должны соответствовать проектным решениям и установленным нормативам. Решение сложных задач в комплексной работе непосредственно связано с проектированием, где необходимо руководствоваться новыми нормативами. Стандарты и нормативы влияют на эффективность и рациональность всего процесса, которые должны соблюдаться на всех стадиях: 1. Предпроизводственная стадия; 2. Производственная стадия (включает выработку и применение технологий строительно-монтажных процессов); 3. После производственная стадия (которая включает эксплуатацию объекта).

Основные стандарты включают: ISO 9000. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь [1]; ISO 9001. Система менеджмента качества. Требования [2]; ISO 9004-2010. Система менеджмента качества. Менеджмент для достижения устойчивого развития организации [3]; ISO 19011. Руководство по аудиту систем менеджмента [3]; Р НОСТРОЙ 2.35.2-2011. Рекомендации. Система менеджмента качества. Руководство по применению стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2011 в строительных организациях [4]. С учетом вышеперечисленных стандартов применение научного и прикладного знания, инновационных подходов и методов, программных комплексов служат одним из главных инструментов качественного проектирования зданий.

Основные проблемы на этапах проектирования определены следующими причинами: во-первых, это разработанный свод правил в основе проектирования, который основывается на современном опыте проектной составляющей с учетом международных технических норм, внесенных в результаты

научных исследований, вызывающих резонанс у проектировщиков в адрес разработчиков, так как новые нормативы не согласовываются с отечественными стандартами; во-вторых, это отсутствие технических условий на подключения сетей и программ, участвующих в проектировании; в-третьих, финансовая невозможность применения усовершенствованного информационного моделирования зданий; и в-четвертых, это слабое финансирование новых проектов, которое снижает их инвестиционную привлекательность и уменьшает сам портфель заказов.

В данной статье остановимся на внедрении в работу строительных компаний (организаций) инновационной модели информационного моделирования в процесс проектирования объекта (здания) нового поколения. Данная модель позволит снизить риски в проектном финансировании жилищного строительства. Внедрение проектного решения планируется на III квартал 2019 г. Переход на новую модель BIM-технологии поможет оценить все риски проекта, дать целостную экспертизу проекта здания и проконтролировать их реализацию на этапах проектирования.

Представим общую характеристику новой модели BIM (Building Information Modeling) — это информационное моделирование здания или информационная модель здания, также это цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта, которое охватывает более чем просто геометрию здания, оно учитывает множество факторов и информацию об объекте, отдельных его элементах. Также преимуществом BIM является возможная оценка влияния его на окружающую среду и наоборот [5].

Модель BIM позволит на ранних этапах проектирования технико-экономических показателей сформировать эффективный алгоритм информационных действий способных автоматически отследить и сделать перерасчет всех параметров, если это является необходимым условием по тем или иным причинам проектировщика. Модель BIM, как путеводитель всех информационных потоков об объекте служит основой для принятия решений в течение всего жизненного цикла (далее — ЖЦ) этого объекта, так как позволяет передавать виртуальную информационную модель от команды разработчиков. Это ли не прорыв в строительной сфере для проектирования на всех его стадиях, когда BIM решает все задачи комплексно: от подготовки проектного предложения до проверки сметных расчетов.

К примеру, на стадиях сопровождения инвестиционных проектов модель BIM позволит: 1. подготовить и сформировать проектное предложение; 2. оценить степень влияния проектного предложения на целостность решения всех задач при проектировании, не упуская ни одной важной детали; 3. оценить влияние внутренней и внешней среды, в которой функционирует компания; 4. обосновать технологически финансово-техническую экспертизу и аудит ин-

вестиционного проекта; 5. выработать и применить финансово-технический контроль и общее управление проектом; 6. проверить сметные расчеты в условиях автоматизации; 7. проверить и обосновать те или иные затраты на стадиях ЖЦ объекта.

ВМ-технология, как грамотная модель определяет пути повышения качества проектов и экономию средств. Применение модели ВМ в процессе мониторинга новых инвестиционных проектов позволит повысить качество, сделать работу над проектом прозрачной, так как сам проект является управляемым и тем самым создает условия для возможной экономии финансовых ресурсов, участвующих в проекте.

Эффективность применения ВМ-технологии заключается в выявлении ошибок и погрешностей проектной документации в сравнении с традиционными методами проектирования, что в свою очередь позволит уменьшить время на проверку практически в шесть раз и сократить сроки координации и согласования проекта. И как следствие, создавая эффективную информационно-технологическую цепочку на каждой стадии проектирования строительного объекта. Также создает предпосылки, для совершенствования этапов проектирования: начиная с зарождения идеи и заканчивая исходным результатом. Конечно же, это не единственный инструмент, при помощи которого является возможным решить проблемы на стадиях проектирования, но все же определяет широкие возможности и варианты для реализации проектной деятельности в более выгодных и качественных направлениях.

### Литература:

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (с Поправкой), СПС, КонсультантПлюс, дата обращения: 20.10.2018.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. Переиздание май 2018 г. — М.: Стандартинформ, 2016. — 16 с.
3. ISO 9011:2012. Системы менеджмента качества. Руководство по аудиту систем менеджмента. — М.: Стандартинформ, 2013. — 55 с.
4. Система менеджмента качества. Руководство по применению стандарта ГОСТ Р ИСО 2011 в строительных организациях. Рекомендации НОСТРОЙ 2.35.2-20121. — М.: Стандартинформ, 2011. — 155 с.
5. Источник: bimpf.csd.ru; РБК: <https://realty.rbc.ru/news/5ca1ceff9a794758d0568b37>. Дата обращения: 05.05.2019.

## Строим энергоэффективные здания: тенденция настоящего времени

Поняев Александр Николаевич, студент магистратуры;  
Дворников Юрий Яковлевич, доцент  
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

*В условиях современной интеграции экономических и правовых систем, роста и масштабности строительства разных видов объектов определяют тенденцию необходимости возведения только энергоэффективных зданий. Данный тип здания обладает высокой степенью полезности, высокими показателями технических и технологических свойств, низкими издержками, умеренной ценовой политикой при строительстве такого дома. Преимущества энергоэффективных зданий послужили параметром для обоснования в настоящей статье. Раскрытая тема статьи является актуальной для строительной специализации и смежных дисциплин, так как позволяет профессионально оценить возведение энергоэффективных зданий в настоящем времени. Ведь Россия стремиться к достижению новых приоритетов в жилищной и строительной сфере, где жилье с учетом целей государственной политики должно быть прежде всего доступным.*

**Ключевые слова:** строительство, архитектура, энергоэффективные здания, новации, проектирование.

*In the context of modern integration of economic and legal systems, the growth and scale of construction of different types of objects determine the trend of the need to build only energy-efficient buildings. This type of building has a high degree of utility, high rates of technical and technological properties, low costs, moderate pricing policy in the construction of such a house. The benefits of energy-efficient buildings served as a parameter for justification in this article. The disclosed topic of the article is relevant for the construction specialization and related disciplines, as it allows you to professionally evaluate the construction of energy-efficient buildings in real time. After all, Russia is striving to achieve new priorities in the housing and construction sphere, where housing, taking into account the goals of state policy, should be primarily affordable.*

**Keywords:** construction, architecture, energy efficient buildings, innovations, design.

**В** современных условиях развития и совершенствования различного вида инфраструктур, призванных создавать полноценную среду для жизни и де-

тельности человека, строительство и специализация строитель занимает одну из ключевых и приоритетных направлений социально-экономической, строительной, градостроительной, правовой, муниципальной и региональной политики государства. Сегодня строительство представляет собой взаимосвязанный и органический строительный комплекс способный постигать новые границы и заделы в архитектурно-градостроительном направлении при построении, возведении и реконструкции зданий (сооружений).

Строительство представляет собой технологичную, полностью механизированную и автоматизированную отрасль материального производства, где специалист этой сферы способен осуществить весь строительный и производственный цикл. Сам циклы и цикличность процесса начинается с проектирования и заканчивается, если необходимо утилизацией. А эта процедура, как и сама сфера, далеко не такая, как еще десять лет назад, так как по своей сущности, специфике и направленности выросла и расширила спектр всех взаимосвязанных и взаимоувязанных звеньев, призванных решать серьезные стратегические цели и задачи в условиях проектирования, строительства, реконструкции, технической эксплуатации и утилизации. Эти задачи решаются в отношении промышленных и гражданских объектов, зданий и сооружений, которые с каждым годом совершенствуются и обновляются на городском и региональном уровне. И как следствие, задавая с каждым годом все новые ориентиры в строительстве, требующие специальных знаний и развитых технологических установок, которые бы способствовали достижению высоких результатов и показателей, нежели 10-15 лет тому назад. Строительная область всегда отличалась своими характерными особенностями и преимуществами, которые в своем историческом этапе определяли уровень благоустройства человека и его эпохи. Эволюционируя, строительство функционирует и выходит на новые технологические и проектировочные траектории, которые позволяют строить и возводить энергоэффективные здания.

Энергоэффективные здания (далее ЭЗ) — это здания, при проектировании которых был предусмотрен комплекс архитектурных и инженерных мероприятий, обеспечивающих при строительстве существенное и качественное снижение затрат энергии на теплоснабжение этих зданий в сравнении с обычными зданиями, к понятию ближе типовыми. При строительстве ЭЗ в совокупности с выше представленным параметрами одновременно повышается и комфортность микроклимата в строящемся помещении, что в свою очередь является важной технико-экономической составляющей при строительстве современных зданий и сооружений. Вообще, такого рода здания появились еще после 1974 г., но не имели такого уровня развития идей, разработок и новаций при проектировании. В современном строительстве мы можем наблюдать совершенно новую концепцию, построенную на главной идеи архи-

тектуры, носителем которой является не пассивный фон, а новая природная среда с более высокими комфортными показателями, одновременно сочетающаяся с энергетическим источником для систем климатизации зданий. Следовательно, тенденция настоящего времени — это высокий уровень развития ЭЗ, который предполагает закрепление за производством и строительством такого вида зданий, как эффективную организацию и учет использования множества ресурсов, влияющих на конечный результат строительства.

Сегодня это не просто дом, который нужно построить в соответствии с определенными техническими, строительными и архитектурными параметрами для того, чтобы в нем жить. В современных условиях его определение многоаспектно и расширенно, «...это здание (строение), отвечающее целому комплексу поставленных стратегических решений в области энергоэффективности, инновационных технологий и использовании только экологических чистых материалов с учетом специфичности территории и специфики домостроения в отдельном регионе страны и даже за рубежом отечественным производителем. Современные ЭЗ подразделяют на следующие типы: пассивный дом; дом с нулевым энергопотреблением; энергогенерирующий дом; вращающийся «солнечный» дом; Liter-Haus [1, С. 80].

В качестве примера можно привести особенности пассивного типа дома, которые по своим свойствам с минимальным потреблением электрической и тепловой энергии, и в идеальном подходе и соответствии стандартам установленного качества может являться строительным объектом с нулевым расходом тепла на отопление. Это ли не перспектива для постройки или покупки такого дома в условиях высоких цен на обслуживание жилищно-коммунальных платежей в многоквартирных домах. ЭЗ позволяет также аккумулировать на выгодных условиях денежные средства при строительстве такого типа здания, так как помимо популяризации, при возведении таких домов самые низкие эксплуатационные расходы, практически отсутствуют дополнительные затраты для заказчика. Конечно же это инновационный подход в строительстве и архитектуре благодаря новаторским достижениям в области технического науковедения, инженерии, гидротехники и т. д. И априори дает все предпосылки для оценки и выбора в пользу ЭЗ, нежели других типов домов.

А если будем анализировать в отношении непосредственно предприятий (или компаний) реализующих проекты таких домов, то здесь строительство ЭЗ напрямую зависит от уровня инвестиционной активности предприятия и инвестиционной привлекательности будущего объекта перед инвесторами, кредиторами, банками, заказчиками, субподрядчиками и т. д. Существенное влияние на предприятия при возведении ЭЗ оказывают внешние и внутренние факторы, традиционные и нетрадиционные способы воспроизводства строи-

тельно-технического потенциала и инструментария, внутреннего спроса, конкурентоспособности на рынке строительных объектов и др. Ведь к примеру, в развитых странах полностью завершен этап перехода на ЭЗ, так как большинство компаний занимаются возведением только такого вида и типа объектов. Максимизация в подходах к строительству и минимизация расходной (затратной) части на ЭЗ говорит о развитой управленческой политике предприятия, его конъюнктуре, сильных и слабых сторонах конкуренции, рациональность и эффективность действий на стадиях зарождения, разработок, проектировании и возведении таких зданий, и соответствии стандартам качества в условиях российских и мировых стандартов.

В российской градостроительной и строительной сфере ЭЗ занимают ключевое место. Данный тип здания с учетом выше представленных параметров определяет уровень развития ЭЗ в настоящее время. Такие здания несут актуальный характер для множества россиян, которые планируют или прогнозируют строительство такого дома. Так как используемые экологически чистые материалы при строительстве, низкая расходная часть, минимально вложение денежных средств на первоначальном этапе. Все это подкупает и делает этот «рынок» надежным и эффективно работающим на ближайшую перспективу. А если еще семьи с детьми, то здесь выбор однозначно будет склоняться в сторону возведения ЭЗ. Так как по своим свойствам носит экологически чистый строительный объект, что в современных экологических условиях является некими видом безопасного и комфортного жилья.

В мире происходит рост производительности труда за счет автоматизации процессов, внедрения передовых технологий, улучшения условий труда и материального стимулирования работников и сфера строительства, поэтому строить ЭЗ тенденция настоящего и развитая инфраструктура будущего. Конечно же и эта область не без проблемного поля, так как постоянные изменения (дополнения) нормативно-законодательных актов, новелл в свете строительства первичных построек, управленческая и финансовая стратегия, логистические цепи, внутренний документооборот предопределяют функционирование в России только качественных объектов.

### Литература:

1. Ч. Лина, Т.П. Билюшова. Современные энергоэффективные здания// Строительство и архитектура, 2016. С. 80.



## Информационные потоки при выборе эффективных методов покрытия одноэтажных промышленных зданий

Титаренко Алексей Викторович, студент магистратуры;

Мкртычев Олег Витальевич, кандидат физико-математических наук, доцент  
Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова

*В данной статье проведено исследование применения информационных технологий при выборе эффективных методов покрытия одноэтажных промышленных зданий. Проведена оценка существенных «барьеров» применения и перемещения информационных потоков и их эффективного использования в рассматриваемой системе. Даны рекомендации для успешной разработки и реализации интеллектуальной информационной системы с реализацией информационных потоков при выборе эффективных методов покрытий одноэтажных промышленных зданий.*

**Ключевые слова:** *информационный поток, управление, покрытие, одноэтажное промышленное здание.*

Строительная индустрия активно переходит к BIM-технологии в проектировании зданий и сооружений, включая и архитектурные, и инженерно-технические, и экономические составляющие [1-4].

Предпосылками проведения анализа в направлении исследований информационных потоков при выборе эффективных методов покрытий одноэтажных промышленных зданий является широкое распространение применения информационных технологий во всех областях и сферах общества, в том числе в системах управления хозяйствующими субъектами (в частности, данная тенденция прослеживается и в строительной отрасли), а также с целью раскрытия и усовершенствования имеющихся возможностей информационных технологий и потоков для наиболее эффективного их применения [1].

Исходя из характера располагаемых производств одноэтажные промышленные здания имеют различные конструктивные и объемно-планировочные решения, определяющие тип и методы выполнения монтажных работ, используемые при этом материалы, приспособления и механизмы.

Путем выяснения статической работы схем здания и анализа объемно-планировочных решений происходит выбор метода монтажа, определяется технологическая последовательность возведения здания [5]. При возведении также учитываются требования к очередности ввода в эксплуатацию размещаемых

в них цехов с целью обеспечения возможности начала монтажных работ технологического оборудования с наиболее ранними сроками [6].

Определяющим фактором в технологии производства покрытий одноэтажных промышленных зданий является выбор его метода. Для этого ведется разработка технологических схем отдельных конструктивных элементов сооружения, технологических карт и проектов производства работ.

Последовательностью установки элементов и составных частей определяется метод покрытия одноэтажных промышленных зданий: отдельный (дифференциальный), комплексный и комбинированный (смешанный).

В любом случае использование тех или иных методов покрытий одноэтажных промышленных зданий должно обеспечить устойчивость сооружения и его составных частей и точность установки конструкций в ходе монтажных работ и в ходе его эксплуатации.

Учитывая высокие технические требования и наукоёмкость при покрытии одноэтажных промышленных зданий [4], применение информационных технологий и управление информационными потоками при выборе эффективных методов покрытий рассматриваемых сооружений является актуальной задачей.

Под информационным потоком в строительной отрасли понимается физическое перемещение информации от одного подразделения данной сферы к другому, в более узком рассмотрении, одного сотрудника данной сферы к другому [2]. Любые изменения информационных данных рассматриваются как информационный поток.

Виды информационных потоков, имеющие, по мнению авторов, наибольшее значение, представлены на рис. 1.

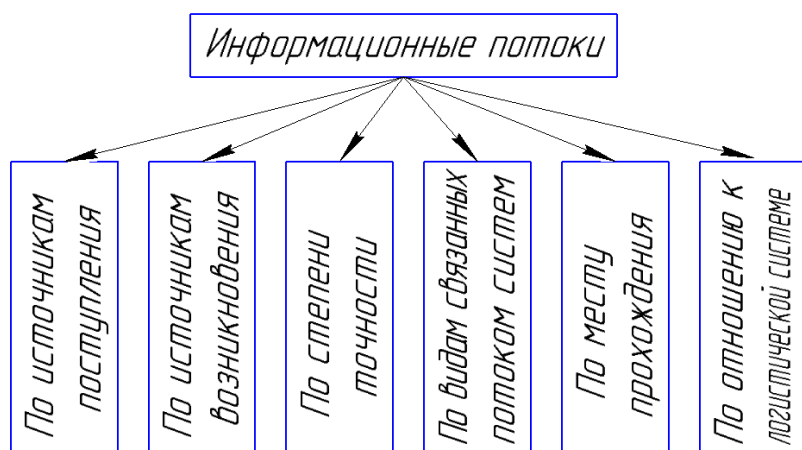


Рис. 1. Виды информационных потоков согласно теме исследования

Совокупность изменений информации, касательно технической, технологической и ценовой политики в отрасли, а также стоимостное изменение и все физические перемещения информационных данных представляют собой систему информационных потоков [3, 7-10]. Подобная система в рассматриваемом случае даст возможности осуществлять процесс управления информационными потоками при выборе методов покрытий одноэтажных промышленных зданий с целью повышения эффективности, выбрать необходимое управленческое решение и повлиять на заданный объект с точки зрения выбранных критериев.

Посредством правильной и логичной организации перемещений информационных потоков можно обеспечить оптимальную работу в строительной отрасли, в частности выбрать наиболее эффективный метод покрытия одноэтажного промышленного здания.

Информационные потоки в такой системе также должны содержать информацию о следующих параметрах:

- особенности конструктивной схемы;
- характеристики монтажного оборудования;
- необходимость последовательной сдачи под монтаж технологического оборудования отдельных пролетов или частей зданий;
- расположение и взаимную увязку технологических линий.

Более детально информационные потоки в рассматриваемом примере отражают:

- характеристику конструктивных частей и элементов здания;
- состав строительного процесса с учетом номенклатуры требуемых материальных элементов;
- материально-технические ресурсы;
- трудовые затраты и их калькуляция;
- график производственных работ (посменный/почасовой);
- организацию и технологию производства работ;
- перечень и технологическую последовательность операций и процессов, их схемы выполнения;
- состав и схемы размещения машин, механизмов, приспособлений;
- способы и операционный контроль качества работ;
- технико-экономические критерии и показатели.

Не менее значимыми данными в рассматриваемой информационной системе является информация относительно качества строительных работ и продукции, а именно: скрытые работы, допуски, дефекты и иное.

Исходя из исследований, управление информационными потоками может осуществляться согласно следующему:

- ограничением скоростей передачи и приема информационных потоков;
- изменениями направлениями информационных потоков;

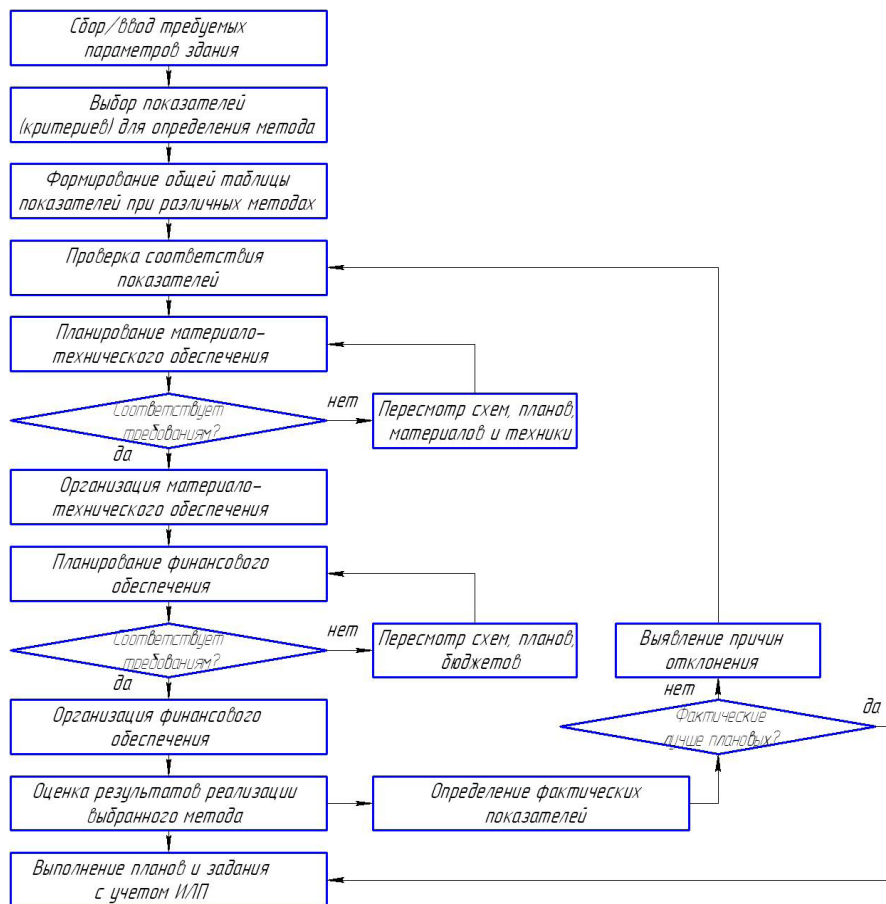


Рис. 2. Схема движения информационного потока при выборе эффективных методов покрытий одноэтажных промышленных зданий

— ограничением объемов информационных потоков.

В ходе управления информационными потоками происходит измерение количества передаваемых и обрабатываемых информационных данных за единицу времени. Тогда, информационная природа процесса управления информационными потоками является важнейшей особенностью при реализации всей системы. Следовательно, информационное обеспечение, представленное в том числе компьютерной техникой, составляет часть системы управления, выраженной совокупностью данных о возможном и фактическом состояниях и работоспособности информационных потоков в информационной системе при выборе эффективных методов покрытий одноэтажных промышленных зданий.



Рис. 3. «Барьеры» применения и перемещения информационных потоков в рассматриваемой системе

В данной интеллектуальной информационной системе предлагается применение современных информационных и управленческих технологий интегрированной логистической поддержки, направленной на сокращение затрат на покрытие одноэтажного промышленного здания с сохранением и улучшением необходимых технических характеристик для данного типа сооружений [11–13].

Блок-схема движения информационного потока при выборе эффективных методов покрытий одноэтажных промышленных зданий с применением технологий интегрированной логистической поддержки представлена на рис. 2.

К обеспечению информационного потока также относится порядок хранения, регистрации, обновления, передачи и использования данных. При правильной организации работы с информацией можно получить описание направлений движения и интенсивности потоков, закономерности их преобразования, методику запросов и получения.

Важное место при аналитическом анализе информационных потоков при выборе эффективного метода покрытий одноэтажных промышленных зданий отведено поиску «барьеров», препятствующих эффективному формированию и применению информационного потока.

Наиболее существенные «барьеры» применения и перемещения информационных потоков в рассматриваемой системе, значительно ограничивающие поступление важных информационных данных для формирования наиболее эффективного метода покрытий, представлены на рис. 3.

Отмеченные «барьеры» в большей степени связаны с человеческим фактором (некомпетентностью, невнимательностью, обмазыванием внесения актуальной информации), т. е. относятся ко внутренним факторам.

Одним из значимых и действенных путей развития эффективной информационной системы является создание в достаточной степени комфортной информационной системы с интегрированной логистической поддержкой. В связи с этим будет не лишним разработка эргономичного приложения.

Составляющей подобного рода развития вполне может быть введение информационных фильтров.

Также предлагается реструктуризация и создание электронной администрации, введение электронного документооборота.

Для согласования информации предлагается применение электронной цифровой подписи, что позволит снизить возможность ошибки в документе, повысить ответственность исполнителя, ускорить процесс выбора эффективного метода покрытия и унифицировать формы предоставления информации.

Стоит отметить сложность внедрения и интеграции информационных систем в данной сфере по причине того, что цель их создания и применения определяются исходя из качественного уровня, что в свою очередь затрудняет оценку эффективности их внедрения.

Таким образом, в ходе разработки и успешным воплощением интеллектуальной информационной системы с реализацией информационных потоков при выборе эффективных методов покрытий одноэтажных промышленных зданий необходимо решить следующие задачи:

- адекватное формирование и оценка информационных потоков;
- поиск и преодоление «барьеров» применения и перемещения информационных потоков и их эффективного использования в рассматриваемой системе.

## Литература:

1. Тайгашинова, К. Т. Управленческий учет: учебное пособие. — Изд. 2-е. — Алма-Аты: ТОО «Издательство LEM», 2010. — 350 с.
2. Конюховский, П. В. Экономическая информатика/П. В. Конюховский, Д. Н. Колесова. — СПб.: Питер, 2000. — 67 с.
3. Исраилов, М. И. Проблемы аграрной реформы: управленческо-информационные аспекты/М. И. Исраилов. — Бишкек: АО «Чкун», 1997. — 161 с.
4. Дроздов, Г. Д. Совершенствование системы организации городского строительства на основе моделирования и информационных технологий: Автореф. дис. ... д-ра экон. наук. СПб., 1999.
5. Теличенко, В. И. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. для строит. вузов/В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лапидус — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2004. — 446 с; ил.

6. В. С. Изотов, Л. С. Сабитов, Р. Х. Мухаметрахимов Основы технологии строительных процессов: учеб. пособие. — Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013. — 103 с.
7. Соколова, Е. С. Исследование информационно-экономических процессов управления строительством на основе метода имитационного моделирования: На примере строит.-монтаж. упр.: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 1991.
8. Тельнов, Ю. Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология/Ю. Ф. Тельнов. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 320 с
9. Каточков, В. М. Принципы управления потоковыми процессами в предпринимательской деятельности промышленных предприятий/В. М. Каточков, И. Ю. Окольников // Проблемы современной экономики. — 2009. — № 4 (32). — С. 281-284.
10. Методология научных исследований в информационной инфраструктуре экономики: Монография/Н. В. Мордовченков [и др.]. Н. Новгород: ВГИПА, 2005.
11. Левкин, Г. Г. Логистика: теория и практика/Г. Г. Левкин. — Ростов н/Д: Феникс, 2009. — 221, с.: ил.
12. Асаул, А. Н. Снижение транзакционных затрат в строительстве за счет оптимизации информационного пространства/А. Н. Асаул, С. Н. Иванов. СПб.: АНО ИПЭВ, 2008.
13. Гаджинский, А. М. Логистика: учебник/А. М. Гаджинский. — М.: Дашков и К°, 2010. — 484 с.

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## **Исследование метрологических характеристик масс-спектрометрического метода измерения массовых концентраций химических элементов**

Ванькова Наталья Рэммовна, студент магистратуры;  
Тулина Ольга Владимировна, студент магистратуры  
Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург)

*Метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) по аналитическим возможностям (селективность, предел обнаружения, уровень точности, экспрессность) является на сегодня наиболее современным и перспективным методом определения и идентификации элементов в различных объектах. В научной статье рассматривается процедура внедрения в работу испытательной лаборатории методики измерений по кобальту в биологических субстратах (кровь) масс-спектрометрическим методом. В ходе проведения исследования были изучены показатели качества методики измерений, подтверждена пригодность данной методики в конкретной лаборатории, определены направления для дальнейших исследований показателей точности методики.*

**Ключевые слова:** внедрение методики измерений, метрологическая характеристика методики, масс-спектрометр, результат анализа, погрешность.

**Д**ля правильного выбора метода измерений в испытательной лаборатории требуется понимание основных принципов метода, его возможно-



стей и ограничений, а также знание требований, предъявляемых к работе испытательных лабораторий: необходимая чувствительность, рабочий диапазон определяемых концентраций элементов, количество анализируемых образцов, качество получаемых данных, производительность и оценка затрат на проведение исследования, на техническое обслуживание [1].

Задача данной работы — рассмотреть метод масс-спектрометрии и предложить процедуру внедрения методики измерений МУК 4.1.1483-03 в работу испытательной лаборатории.

В методе масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (далее ICP-MS) используется индуктивно-связанная плазма в качестве источника ионов и масс-спектрометр для их разделения и детектирования. ICP-MS отличается высокой чувствительностью, что позволяет определять из одной пробы несколько элементов одновременно, и способностью определять ряд металлов и нескольких неметаллов в концентрациях до  $10^{-10}$ . Современные типы масс-спектрометров дают возможность определить более 70 элементов в минуту в одном образце (производительность зависит от уровня концентраций и необходимой точности).

В ICP-MS источник ICP используется для получения однозарядных ионов из матриц элементов в пробе, которые затем направляются в масс-спектрометр и разделяются по соотношению массы к заряду. Ионы, имеющие определенное отношение массы к заряду, направляются на, определяющий их количество, детектор. В классических приборах используется квадрупольный масс-спектрометр из-за его простоты использования, надежности и быстродействия. Есть некоторые ограничения на то, какое количество матрицы, присутствующей в анализируемом образце, может быть введено в ICP-MS: содержание сухого остатка в исследуемых растворах не должно превышать 0,2% при долговременной работе и максимальной стабильности измерений. Недостатком метода является разрушение материала, который исследуется, т.е. анализируются продукты превращения.

Метод ICP-MS применим во многих областях науки и промышленности, где требуется определение различных элементов в широком диапазоне образцов: охрана окружающей среды, химическая промышленность, геохимия и горнодобывающая промышленность, биомониторинг, производство продуктов питания, сельское хозяйство, нефтехимическая промышленность, фармацевтическая промышленность и др.

Результаты измерений элементов методом ICP-MS учитываются при оценке эффективности санитарно-экологических мероприятий и санитарного контроля над объектами, воздействующими на окружающую среду населенного пункта и региона, при решении задач предварительной популяционной эколого-эпидемиологической диагностики массовых заболеваний не-

известной этиологии, при скрининг-диагностических исследованиях больших групп населения, при составлении карт экологического, природного и техногенного неблагополучия регионов, при криминалистических исследованиях.

Методика измерений, представленная в МУК 4.1.1483-03, устанавливают порядок применения метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) для измерения массовой концентрации 38 элементов (алюминия, мышьяка, бария, висмута, кальция, кобальта и др.) в диагностируемых биосубстратах: (волосы, ногти, кровь, плазма, грудное молоко, моча), аутопсийные материалы (печень, почки, миокард, плацента), слюна, зубы и в поливитаминных препаратах с микроэлементами, биологически активных добавках и в сырье для их изготовления [3].

Исследования биосубстратов на содержание кобальта важны тем, что кобальт является биологически активным элементом: его участием определяется построение молекулы витамина В<sub>12</sub> и его коферментных форм.

В ходе выполнения исследовательской работы проведена процедура внедрения **методики измерений МУК 4.1.1483-03 на примере химического элемента кобальта (Co)** в крови человека, диапазон определения

0,01-0,50 мкг/дм<sup>3</sup>, относительная погрешность метода 15 % (при доверительной вероятности 95 %).

При проведении исследования использованы следующие средства измерения и оборудование:

1. Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой Optima 8000, PERKINELMER, зав. № 078N 1120213 С.

- спектральный диапазон: (156–900) нм;
- спектральное разрешение: 0,009 нм;
- относительная погрешность:  $\pm 5\%$ ;
- относительное СКО случайной составляющей погрешности:  $\pm 2\%$ .

2. Механические дозаторы жидкости с погрешностью 0,1 мм<sup>3</sup>, объемом дозирования 1-5 см<sup>3</sup>, 100-1000 мм<sup>3</sup>, 20-200 мм<sup>3</sup>, с одноразовыми наконечниками.

3. Стандартный образец состава водного раствора ионов металлов РМ-3 (алюминий, мышьяк, кадмий, кобальт, хром, медь) ГСО 7325-96.

4. Стандартный образец состава форменных элементов крови ГСО 10669-2015.

Массовая концентрация образцов для контроля кобальта в крови: 0,025; 0,1; 0,45 мкг/дм<sup>3</sup>.

Аналитические сигналы обрабатывались программным обеспечением масс-спектрометра. Обработка данных основывалась на построении калибровочных кривых, которые были рассчитаны методом наименьших квадратов, учитывались коррекции фона, сигналы внутренних стандартов. Результат оп-

ределения элемента представлен как среднее из двух параллельных измерений анализируемого образца.

Контроль погрешности методики произведен в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-94. Внутренний контроль качества результатов определения микроэлементов (сходимость, воспроизводимость, точность) осуществлялся с целью получения оперативной информации о качестве анализов и принятия при необходимости оперативных мер по его повышению. Оперативный контроль качества осуществлялся путем проведения анализа контрольных проб и стандартного образца, химический состав которого не отличался от состава испытуемой пробы [5].

Количеством рабочих измерений за контролируемый период и планом контроля была определена периодичность контроля воспроизводимости результатов анализа. В работе участвовали 2 аналитика. Образцами для контроля являлись представительные пробы, каждую из которых анализировали в точном соответствии с приписанным аттестованным значением образца для контроля, максимально варьируя условия проведения анализа: получили два результата, используя разные наборы мерной посуды, разные партии реактивов и разные экземпляры стандартных образцов для градуировки прибора. Результаты контроля являются удовлетворительным, потому что выполняется условие  $|X_1 - X_2| \leq 0,01 \cdot D \cdot X_{cp}$ , где  $D$  — допустимые расхождения между результатами анализа одной и той же пробы, % [4].

Оперативный контроль точности был произведен методом стандартных образцов. Выполнили анализ пробы, приготовленной из стандартного образца, по методике и сравнили его результаты с аттестованным содержанием элементов. Погрешность аттестации методики не больше, чем  $1/3$  от погрешности методики. Если выполняется условие:  $|C - A| < K$ , то результаты контроля признаются удовлетворительными. Условие выполняется.

Для оперативного контроля сходимости использовали результаты параллельных анализов. В оперативном контроле процедуры выполнения измерений в условиях повторяемости, произведено сравнение абсолютного расхождения между двумя параллельными измерениями результатов анализа и нормативом контроля. Условие выполняется.

Экспериментальные результаты работы по внедрению показали удовлетворительные результаты. Результаты проведенной работы были оформлены протоколом установленных показателей качества результатов анализа при реализации методики анализа в лаборатории, к протоколу прилагается экспериментальные результаты работы при реализации методики анализа в лаборатории.

В дальнейшем исследовании методики измерений планируется провести изучение влияния различных факторов на точность измерений: увеличить ко-

личество исследуемых образцов и набрать новую математическую статистику, использовать контрольные образцы других производителей, оценить влияние и учесть систематической и случайной погрешности, проверить с целью уточнения приведенный в методике норматив контроля градуировочной стабильности (10%), произвести расчет бюджета неопределенности методики измерений, представить оценку метрологических характеристик методики измерений в соответствии с современными требованиями.

### Литература:

1. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий (с Поправкой). — М.: Стандартиформ, 2018. — 28 с.
2. Егоров, В. В., Бионеорганическая химия. СПб.: Лань, 2017. — 412 с.
3. МУК 4.1.1483-03 Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. — М.: Минздрав России, 2003. — 36 с.
4. РМГ 61-2010 ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. — М.: Стандартиформ, 2013-62 с.
5. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. — М.: Стандартиформ, 2009-24 с.

# НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

## **Фиксатор для дыхательной трубки к голове новорожденных и грудных детей (патент на полезную модель № 152025)**

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор  
Тюменский государственный университет

Комаров Антон Петрович, врач  
Тюменский государственный медицинский университет

*В статье даётся описание устройства, предназначенного для фиксации дыхательной трубки к голове новорожденных и детей младшей возрастной группы при синдроме дыхательных расстройств.*

**Ключевые слова:** голова, дыхательная трубка, фиксатор.

**П**лезная модель относится к области медицины и медицинской технике, а именно к устройствам, предназначенным для фиксации дыхательной трубки к голове новорожденных и детей младшей возрастной группы.

Цель полезной модели — обеспечение надежного и безопасного для пациента закрепления дыхательной трубки на его голове с дополнительной возможностью установки датчиков мониторирующих приборов.

Как известно, наиболее часто встречающейся патологией у недоношенных новорожденных является синдром дыхательных расстройств (СДР).

СДР (или болезнь гиалиновых мембран) представляет собой состояние, обусловленное дефицитом сурфактанта. Частота развития СДР в первую очередь зависит от степени недонашивания беременности и составляет в среднем 65 % при рождении ребенка на сроке гестации 29 недель и менее, 35 % — при сроке 31-32 недели, 20 % — 33-34 недели, 5 % — 35-36 недель и менее 1 % — при сроке 37 недель и более [1].

В настоящее время для терапии СДР широко используются различные виды и способы искусственной вентиляции легких (ИВЛ): например, вспомогательная ИВЛ, высокочастотная осцилляторная ИВЛ и т.д. Чем достигается увеличение  $\text{PaO}_2$  и снижение  $\text{PaCO}_2$  в крови путем создания положительного давления в дыхательных путях благодаря использованию эндотрахеальной интубации, носовых катетеров, либо лицевой маски [2].

Следует отметить, что при этом возникает необходимость надежной и безопасной для новорожденного фиксации непосредственно контактирующих с ним вышеуказанных изделий медицинского назначения.

Для решения данной задачи используют медицинский бинт, формируя вязки, либо специальные устройства, выпускаемые медицинской промышленностью. Так, известен патент [3], содержащий шапочку и крепежные средства, выполненные в форме тесемок Velero, которые сопрягаются с крепежными петлями и с шапочкой, фиксируя дыхательную трубку и маску на голове пациента.

Недостатком указанных крепежных устройств является то, что при многократном использовании лент Velero микропетли обрываются и остаются на микрокрючках, что уменьшает площадь соприкосновения тесемок, а это, в свою очередь, негативно сказывается на надежности закрепления фиксируемой дыхательной трубки. Следует отметить, что шапочка в данном случае полностью покрывает волосистую часть головы пациента и, тем самым, не позволяет произвести установку датчиков мониторирующих приборов.

Известен также патент [4], содержащий в качестве основы марлю, из которой создают вязки для фиксации дыхательной трубки. Недостатком данной полезной модели является ненадежность закрепления трубки в связи с вероятностью самостоятельного разматывания марли.

Общим недостатком указанных изделий медицинского назначения является то, что не исключена возможность в момент шевеления пациента приложения растягивающей нагрузки к соединительным шлангам, а это, при износе скрепляющих лент, либо ослаблении марлевых вязок, может привести к смещению самой дыхательной трубки.

Целью технического решения является создание легкого в обращении, удобного в использовании оголовье-фиксатора, обеспечивающего надежное и безопасное для пациента закрепление дыхательной трубки, а также установку датчиков мониторирующих приборов на его голове.

Технический результат поставленной цели достигается тем, что оголовье-фиксатор состоит из собственно оголовья 1, содержащего по бокам отверстия 2 для фиксации через них крепежных элементов дыхательной трубки, причем сама трубка закрепляется благодаря фиксатору 3, а дополнительные шланги пропускаются через элементы крепления 4, расположенные на основной части 5, контактирующей с волосистой частью головы пациента и завершаю-

щейся завязками 7, а также имеющей вырезы 6 для прохождения датчиков мониторирующих приборов.

На рисунке 1 изображен общий вид полезной модели.

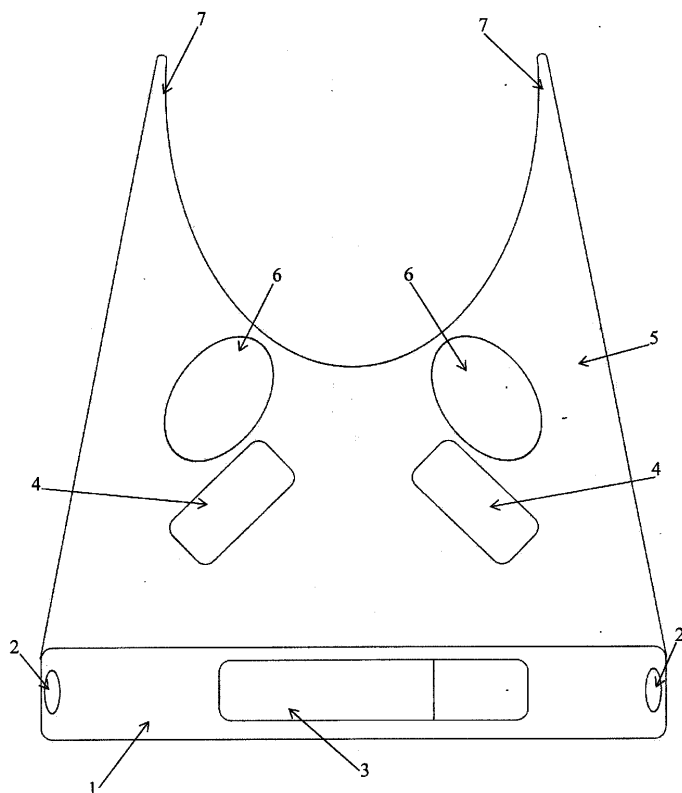


Рис. 1. Общий вид полезной модели

Полезная модель используется следующим образом.

Оголовье-фиксатор надевается на голову пациента таким образом, что собственно оголовье 1 прилежит ко лбу и контактирует с ушами и затылком, а основная часть 5 покрывает волосистую часть головы. Завязки 7 завязываются для обеспечения наилучшего прилегания основной части 5 к мозговому отделу черепа. Крепежные элементы дыхательной трубки пропускаются через отверстия 2, а сама трубка фиксируется строго по центру благодаря фиксатору 3. Дополнительные шланги закрепляются элементами крепления 4. Датчики мониторирующих приборов устанавливаются на коже головы, проходя через специальные вырезы 6.



Положительный эффект заявленного технического решения состоит не только в удобстве в работе, но и в надежном и безопасном для пациента закреплении дыхательной трубки на его голове с дополнительной возможностью установки датчиков мониторирующих приборов.

## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



### ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 152025

#### ОГОЛОВЬЕ-ФИКСАТОР ДЫХАТЕЛЬНОЙ ТРУБКИ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тюменский государственный университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2014138658

Приоритет полезной модели 24 сентября 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 03 апреля 2015 г.

Срок действия патента истекает 24 сентября 2024 г.



Врио руководителя Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



## Литература:

1. Амиров, Д. Б., Казенное В. В., Лихванцев В. В., Морозова М. Е. Некоторые аспекты выбора вида оптимальной респираторной поддержки. //Анестезиология и реаниматология. — 2002. — № 3. — С. 56-59.
2. Любименко, В. А., Мостовой А. В., Иванов С. А. Высокочастотная искусственная вентиляция легких в неонатологии. М — медлит, 2002 г.
3. Патент RU 2481863, опубли. 20.05.2013 г.
4. Патент RU 50824, опубли. 27.01.2006 г.

# Технологии. Техника. Инженерия

Международный научный журнал  
№ 3 (13) / 2019

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.  
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU,  
на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»  
Номер подписан в печать 5.08.2019. Дата выхода в свет: 10.08.2019.  
Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.  
Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>  
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»,  
г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.