

ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

IV Международная научная конференция
"Техноконгресс"

2016

**Международная
заочная
естественнонаучная
конференция
с публикацией в РИНЦ**

t-nauka.ru

при поддержке:

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

eLIBRARY.RU



КЕМЕРОВО 2016

СБОРНИК СТАТЕЙ ЧЕТВЕРТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ «ТЕХНОКОНГРЕСС»

19 ноября 2016 г.

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

ISBN

Кемерово УДК 378.001. Сборник статей студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. По результатам IV Международной научной конференции «Техноконгресс», 19 ноября 2016 г. / Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала.

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей.

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Кемерово 2016

В сборнике представлены материалы докладов по результатам научной конференции.

Цель – привлечение студентов к научной деятельности, формирование навыков выполнения научно-исследовательских работ, развитие инициативы в учебе и будущей деятельности в условиях рыночной экономики.

Для студентов, молодых ученых и преподавателей вузов.

Оглавление

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ В СРЕДЕ MATHCAD.....4
Шкарубо Д.И.
2. АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ДЛЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ.....9
Биятто Е.В.
3. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОТДЕЛКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....14
Тажибаева Д.М.
4. СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ19
АЛЬ-САНДЫКАЧИ МОХАММАД ХУДАЙР
5. АНАЛИЗ ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ24
Тюрин И.Н., Гетманцева В.В.
6. ВОЗВЕДЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ СТОЯНОК И ПАРКОВОК В КРУПНЫХ ГОРОДАХ.....28
Гришин А.В.
7. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВА РАСПОЗНОВАНИЯ БЫСТРОЙ ФАЗЫ СНА.....34
Богданов С.Л., Давиденко Т.А., Елфимов Д.Б., Туманова У.С.
8. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОМПЕНСАТОР РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....42
Соболев Н.В., Тихомиров А.А.

Шкарубо Дмитрий Игоревич

Магистр, Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им.
М.И. Платова. E-mail: Shkarubo.dima@mail.ru

Shkarubo D.I.

Master, South-Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute).
E-mail: Shkarubo.dima@mail.ru

УДК 681.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ В СРЕДЕ MATHCAD

SIMULATION OF DC ELECTRIC DRIVE WITH A VARIABLE STRUCTURE IN MATHCAD

Аннотация. Приведена математическая модель электропривода постоянного тока с переменной структурой в виде структурной схемы и системы дифференциальных уравнений в нормальной векторной форме $\frac{dY}{dt} = A \cdot Y + B$, где матрица A и вектор B дискретно изменяются при достижении одной из переменных состояния (током якорной цепи) уровня отсечки. Предложен программный модуль в MathCAD для численного решения указанной системы уравнений, с применением которого выполнено моделирование процесса пуска электропривода.

Abstract. The mathematical model of the dc electric drive with a variable structure is represented by the structural diagram and the system of differential equations of the normal vector form $\frac{dY}{dt} = A \cdot Y + B$, where matrix and vector B are discretely changing, when one of the state variables (the armature current) reaches the cut-off level. The program module in MathCAD for numeric solution of the mentioned system of equations was suggested and used for simulation of the process of drive start up.

Ключевые слова: моделирование; электропривод; метод Рунге-Кутты.

Keywords: simulation; electric drive; Runge–Kutta methods.

В ряде электроприводов постоянного тока получила применение система управления с ПИ-регулятором скорости и жёсткой отрицательной обратной связью по току с отсечкой. Система обеспечивает получение жёсткой механической характеристики электропривода в зоне рабочих нагрузок с защитой от перегрузок, в том числе в режиме стопорения. На рис. 1 приведена структурная схема такой системы с записью переменных состояния в относительных единицах [1]. За базовые величины для тока i , угловой скорости ω и напряжения u приняты, соответственно, номинальный ток электродвигателя I_n , заданное значение угловой скорости Ω_0 и величина ЭДС вращения якоря электродвигателя $E_a = C_e \cdot \Omega_0$ при угловой скорости Ω_0 .

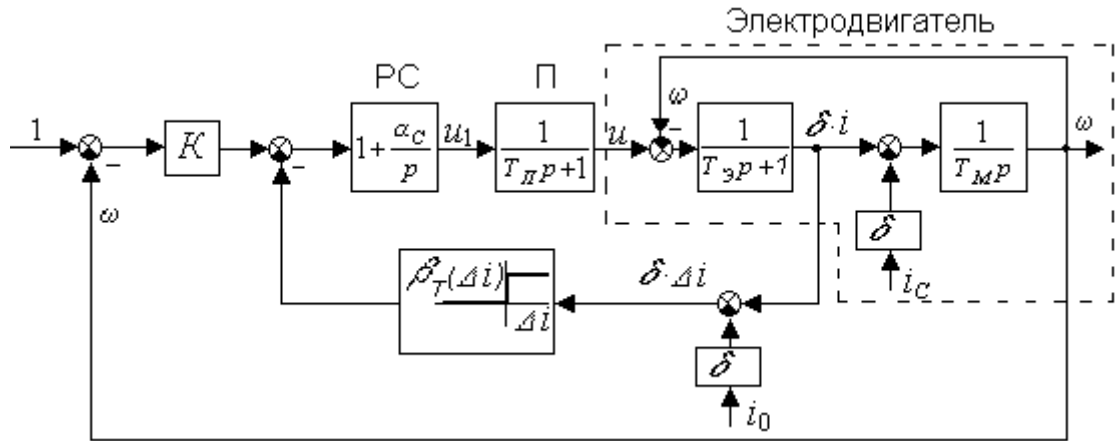


Рис.1. Структурная схема системы управления электропривода постоянного тока с токовой отсечкой

На схеме приняты следующие обозначения:

K, β_T – коэффициенты усиления контуров угловой скорости и тока;

α_c – коэффициент интегральной составляющей регулятора угловой скорости (РС);

T_Π, T_ε – электромагнитные постоянные времени преобразователя Π (управляемого выпрямителя) и якорной цепи электродвигателя;

T_M – электрохимическая постоянная времени привода;

$\delta = I_n \cdot R_a / C_e \cdot \Omega_0$ – статизм разомкнутой системы управления, равный относительно (в долях заданного значения Ω_0) снижению угловой скорости Ω при увеличении тока якоря от нулевого значения до номинального I_n , где R_a – сопротивление якорной цепи электродвигателя;

i_c – статическая величина тока якорной цепи двигателя;

i_0 – величина тока отсечки; $\Delta i = i - i_0$.

Принципиальной особенностью рассматриваемой системы является то, что её структура изменяется при переходе одной из переменных состояния (тока якорной цепи i) через пороговое значение, равное величине тока отсечки i_0 . Отрицательная обратная связь по току вступает в действие при пуске электропривода, а также при набросе нагрузки только при выполнении условия: $i > i_0$.

Приведенной на рис.1 структурной схеме соответствует следующая система интегро-дифференциальных уравнений в операторной форме записи:

$$u_1 = [K(1 - \omega) - \delta \cdot \beta_T(\Delta i) \cdot \Delta i] \cdot \left(1 + \frac{\alpha_c}{p}\right) \quad (1)$$

$$u = u_1 \cdot \frac{1}{T_\Pi p + 1} \quad (2)$$

$$\delta \cdot i = \frac{1}{T_\varepsilon p + 1} (u - \omega); \quad (3)$$

$$\omega = \frac{1}{T_{MP}}(\delta \cdot i - \delta \cdot i_c), \quad \omega \geq 0 \quad (4)$$

$$\beta_T(\Delta i) = \begin{cases} 0 & \text{при } \Delta i < 0 \\ \beta_T & \text{при } \Delta i \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

Дифференцируя (1) с учётом соотношений (3, 4), запишем систему уравнений (1–5) в нормальной форме Коши:

$$\frac{dY}{dt} = A \cdot Y + B, \quad (6)$$

где Y – вектор переменных состояния ($Y_0 = u_1$, $Y_1 = u$, $Y_2 = i$, $Y_3 = \omega$);

A – матрица размером 4x4;

B – вектор воздействий.

$$A = A_0 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & -\frac{K}{T_M} \cdot \delta & -K \cdot \alpha_c \\ \frac{1}{T_{II}} & -\frac{1}{T_{II}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{T_3 \cdot \delta} & -\frac{1}{T_3} & -\frac{1}{T_3 \cdot \delta} \\ 0 & 0 & \frac{\delta}{T_M} & 0 \end{vmatrix} \quad \text{при } i < i_0$$

$$A = A_1 = \begin{vmatrix} 0 & -\frac{\beta_T}{T_M} & (\frac{\beta}{T_3} - \frac{K}{T_M} - \alpha \cdot \beta_T) \cdot \delta & \frac{\beta_T}{T_3} - K \cdot \alpha_c \\ \frac{1}{T_{II}} & -\frac{1}{T_{II}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{T_3 \cdot \delta} & -\frac{1}{T_3} & -\frac{1}{T_3 \cdot \delta} \\ 0 & 0 & \frac{\delta}{T_M} & 0 \end{vmatrix} \quad \text{при } i \geq i_0,$$

$$B = B_0 = \begin{vmatrix} K(\alpha_c + \frac{\delta}{T_M} \cdot i_c) \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{\delta}{T_M} \cdot i_c \end{vmatrix}, \quad \text{при } i < i_0,$$

$$B = B_1 = \begin{vmatrix} K(\alpha_c + \frac{\delta}{T_M} \cdot i_c) + \alpha_c \cdot \delta \cdot i_0 \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{\delta}{T_M} \cdot i_c \end{vmatrix} \quad \text{при } i \geq i_0.$$

Введём также вектор начальных условий

$$W = (K \ 0 \ 0 \ 0)^T.$$

Встроенные средства *MathCAD* не предусмотрены для решения систем дифференциальных уравнений, описывающих поведение динамических систем, структура или параметры которых дискретно изменяются при достижении переменными состояния некоторых пороговых уровней. В связи с этим предлагается программный модуль (рис. 2) для исследования поведения рассматриваемой системы, реализующий алгоритм Рунге-Кутты 4-го порядка. Модуль позволяет на каждом шаге численного интегрирования системы дифференциальных уравнений отслеживать текущие значения переменных состояния и по результатам сравнения их с пороговыми значениями принимать соответствующие выражения для матрицы A и вектора воздействий B . В частности в исследуемой системе отслеживаются величины тока якорной цепи Y_2 и угловой скорости Y_3 .

С использованием программного модуля на рис. 3 в качестве примера приведены результаты моделирования процесса пуска электропривода при номинальной нагрузке

($i_c = 1$) и следующих численных значениях параметров: $T_{\Pi} = 0,01\text{с}$; $T_{\Theta} = 0,05\text{с}$; $T_M = 0,1\text{с}$; $\delta = 0,3$; $K = 0,25$; $\alpha_c = 20$; $\beta_T = 50$; $i_0 = 2$.

$t(j) := h:jj := 1..10000$ $t(j) := h:jj := 1..10000$

```
Z := for j ∈ 1 .. 20000
  A ← A0 if Y2 < i0
  A ← A1 otherwise
  B ← B0 if Y2 < i0
  B ← B1 otherwise
  F ← A · Y + B
  V ← F · h
  L ← V
  Y ← W +  $\frac{V}{2}$ 
  t ← t +  $\frac{h}{2}$ 
  F ← A · Y + B
  V ← F · h
  L ← L + 2 · V
  Y ← W +  $\frac{V}{2}$ 
  F ← A · Y + B
  V ← F · h
  L ← L + 2 · V
  Y ← W + V
  t ← t +  $\frac{h}{2}$ 
  F ← A · Y + B
  Y ← W +  $\frac{(L + h \cdot F)}{6}$ 
  Y3 ← 0 if Y3 < 0
  W ← Y
  Zj ← Y
```

Рис. 2. Программный модуль решения системы уравнений

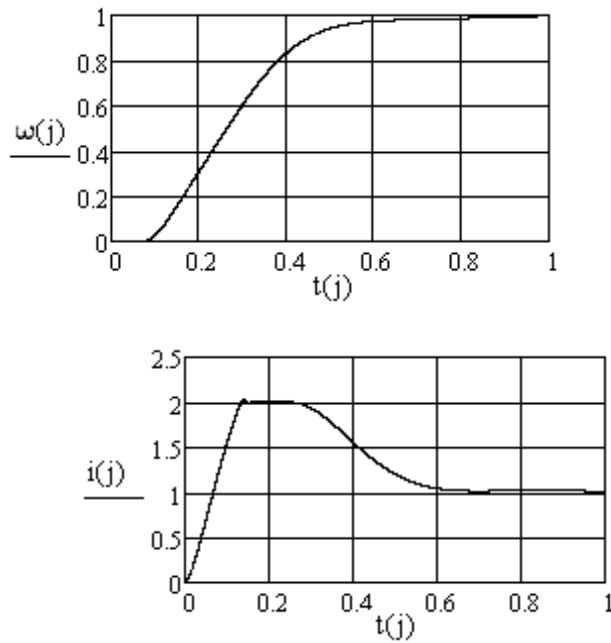


Рис. 3. Зависимости тока якорной цепи и угловой скорости от времени при пуске электропривода

Рассматриваемый в данной работе подход можно использовать для исследования поведения широкого класса динамических систем с переменными структурой или параметрами, поведение которых во времени описывается системой дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши относительно переменных состояния.

Библиографический список:

1. Сташинов Ю.П. Курс лекций по системам управления электроприводов. URL:<http://twirpx.com/file/858316/> (дата обращения 15.03.2015).

Биятто Елена Вениаминовна
Biyyatto Elena Veniaminovna
магистрант 1го года обучения ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г.Томск
E-mail: helen10101994@yandex.ru

Научный руководитель
Шурупов Виктор Владимирович
старший преподаватель кафедры ЭГПП ФГБОУ ВО КузГТУ, г.Кемерово
E-mail: shurupov_1950@mail.ru

УДК 621

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ДЛЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ

Analysis of models of the wholesale market of the electric power. Possibilities of reduction of prices of the electric power in the wholesale market for buyers.

Аннотация:

С переходом России к рыночной экономике в начале 90-х годов была приватизирована (акционирована) и электроэнергетика, вслед за другими отраслями промышленности вынуждена была перейти на рыночные отношения. Цель данного доклада – анализ различных моделей оптового рынка электроэнергии (ОРЭ). Приведены некоторые данные о работе ОРЭ в Объединенной энергосистеме Сибири (ОЭС Сибири).

Abstract:

With Russia's transition to a market economy in the early 90-ies were privatized (corporatized) and electricity, and then in other industries were forced to move to a market economy. The aim of this work is to analyze the different models of the wholesale electricity market (WEM). Given some data on the work of the wholesale electricity market in the United energy system of Siberia.

Ключевые слова: оптовый рынок электроэнергии, тариф, ценообразование, издержки, конкуренция, выработка электроэнергии.

Keywords: wholesale electricity market, tariff, pricing, costs, competition, and power generation.

Основные модели рынка в электроэнергетике.

Принято различать четыре основные модели организации ОРЭ [1].

1. Регулируемая естественная монополия (отсутствие конкуренции). Такая модель целесообразна, если одна фирма может обеспечивать всю потребность в продукции с меньшими издержками и ценами, чем две или большее число фирм. В этой модели все аспекты работы рынка регулируются государством (тарифы, объемы продаж, методики расчета тарифов и т.д.). Регулируемые вертикально-интегрированные компании занимаются всеми сферами производства, транспорта, распределения и сбыта электроэнергии, несут ответственность за бесперебойное электроснабжение на своей территории.

Развитие энергосистем обеспечивается путем включения инвестиций в тарифы для потребителей, которые устанавливаются на уровне *средних издержек* компании с добавлением инвестиционной составляющей.

Естественные электроэнергетические монополии сформировались в странах

Запада в 30-х – 40-х годах прошлого столетия и на протяжении нескольких десятилетий обеспечивали быстрое развитие электроэнергетики. В 70-е – 80-е годы начали проявляться некоторые недостатки регулируемых монополий: высокие тарифы в ряде стран, «переинвестирование» - излишнее развитие генерирующих мощностей (с резервами до 30-40 %) и др. Главной причиной считаются трудности и недостатки государственного регулирования. Сферы транспорта и распределения электроэнергии считаются объективно монопольными, и в них сохраняется государственное регулирование.

Недостаток данной модели устройства рынка в отсутствии стимула у электростанций в снижении издержек производства.

2. Единый покупатель (конкуренции среди Поставщиков). В данной модели устройства рынка Единый Покупатель (“Закупочное агентство”) покупает электроэнергию у всех Поставщиков. Электрогенерирующие компании (ЭГК) конкурируют друг с другом за поставку электроэнергии “Закупочному агентству”. Последнее продает электроэнергию всем Покупателям по ценам, которые формируются как *средневзвешенная* цена поставок электроэнергии Поставщиками за расчетный период (период может быть любым), с добавлением “инвестиционной составляющей”, необходимой для строительства новых электростанций.

“Закупочное агентство” ответственно за бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией и своевременное развитие электроэнергетической системы. При необходимости оно заключает долгосрочные договоры с инвесторами на строительство электростанций.

Данная модель рынка “Единый покупатель” позволяет:

- За счет конкуренции среди Поставщиков получить наименьшую стоимость поставок электроэнергии на оптовый рынок;
- Исключить непредсказуемый характер цен на электроэнергию для Покупателей;
- Обеспечить возможность получения средств необходимых для строительства новых электростанций, путем включения инвестиционной составляющей в тарифы всех Покупателей;
- Полностью управлять процессом развития электроэнергетической системы.

3. Конкуренция на оптовом рынке (конкуренция среди Поставщиков и оптовых Покупателей). На территории бывших вертикально-интегрированных компаний (в России – АО-энерго) образуются нескольких распределительно-сбытовых компаний (РСК), монополично снабжающих потребителей на своей территории. Образуются конкурентные отношения среди Поставщиков и оптовых Покупателей. Прекращается регулирование цен на оптовом рынке. Поскольку ценообразование происходит по маргинальному принципу, то оптовые цены повышаются до ценовых заявок электростанций, замыкающих баланс, т.е. максимальных из прошедших конкурентный отбор.

Необходимо подчеркнуть, что цены на рынке электроэнергии повышаются выше средних издержек производства по системе в целом, только вследствие изменения алгоритма расчета цен на рынке, а не из-за какого - либо увеличения затрат Поставщиков.

Появляется ценовой барьер для вхождения в рынок новых производителей электроэнергии, возникают трудности с финансированием строительства новых электростанций. Далее будет подробно рассмотрено, почему возникают эти трудности.

Сохраняется регулирование цен на розничных рынках электроэнергии.

4. Конкуренция на оптовом и розничных рынках (конкуренция среди Поставщиков, оптовых и розничных Покупателей). Дополнительно разделяются сферы распределения и

сбыта электроэнергии с образованием регулируемых сетевых компаний (по территориям) и множества независимых сбытовых компаний. Количество управленческого персонала еще более вырастает. Организуются розничные рынки электроэнергии, на которых конкурируют друг с другом сбытовые компании (покупающие электроэнергию на оптовом рынке) и потребители. Прекращается регулирование розничных цен.

Следует подчеркнуть, что все перечисленные модели – это модели *рынка*.

Аспекты, требующие учета

Необходимо хотя бы кратко рассмотреть ряд положений или моментов, которые важны для сопоставления моделей рынка.

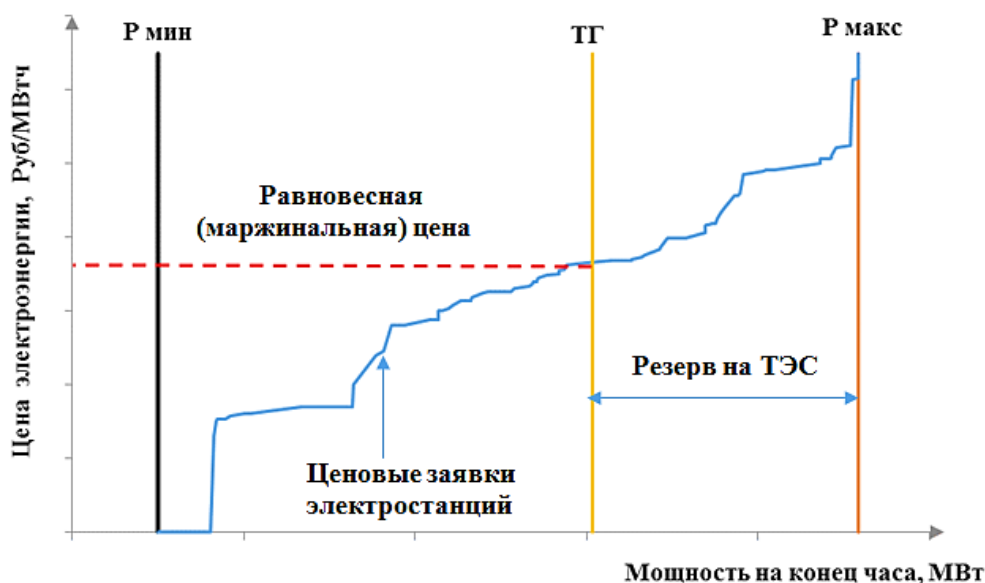
Рынки 1 и 2 хороши для Покупателей электроэнергии, так как в них тарифы устанавливаются как средневзвешенная величина стоимости поставок Поставщиков. Финансирование развития ЭЭС обеспечивается за счет включения “инвестиционной составляющей” в тарифы всех Покупателей.

Рынки 3 и 4 выгодны Производителям электроэнергии, которые продают электроэнергию по маржинальным ценам, которые, как правило, выше их собственных издержек.

Несомненно, конкуренция является движущей силой рыночной экономики. Благодаря конкуренции снижаются издержки производства и, в конечном итоге, цены продукции. Однако, очень важно различать, кто получит эффект от конкуренции – производители или потребители. Их интересы прямо противоположны.

Эффект для потребителей может быть лишь в снижении цен. Если цены не снижаются или, наоборот, повышаются, то никакого эффекта для потребителей нет – весь эффект от конкуренции достается производителям. Именно это происходит при переходе к конкурентным рынкам 3 и 4, в которых формируются маржинальные оптовые цены.

Главным недостатком конкурентных рынков следует считать *повышение оптовых цен на электроэнергию до уровня маржинальных*, соответствующих издержкам наименее экономичных электростанций, востребованных на рынке (рис. 1).



ТГ – торговый график,

Р мин – минимальная нагрузка (по теплу) тепловых электростанций,

Р макс – максимальная включенная мощность тепловых электростанций.

Рисунок 1. График зависимости равновесной (маржинальной) цены на ОРЭ от ценовых заявок электростанций и величины возвращающегося резерва на ТЭС в ОЭС Сибири.

Создается *парадоксальная ситуация* – конкуренция вводится для повышения эффективности производства, снижения издержек и, следовательно, цен на электроэнергию, а в электроэнергетике, наоборот, *цены на конкурентном оптовом рынке повышаются*. Следовательно, потребители электроэнергии не только не получают эффекта от конкуренции на рынке, но еще и понесут ущерб. Весь эффект от конкуренции на рынке достанется производителям электроэнергии. Таким образом, **конкурентный рынок в электроэнергетике выгоден лишь производителям электроэнергии**.

Формирование маржинальной цены на электроэнергию никак не связано с эффективностью производства. Оно обусловлено лишь тем, что электростанции имеют разные издержки, обусловленные разными причинами (время постройки, вид топлива, тип турбин, схемой сети и т.п.).

Второй серьезный недостаток конкурентных рынков моделей 3 и 4 – **появление трудностей со строительством новых электростанций**, обусловленных изменением механизма их финансирования и образованием ценового барьера для вхождения в рынок новых производителей. Если в моделях 1 и 2 инвестиции в какую-либо новую электростанцию распределяются (делятся) на *всю* покупаемую в системе электроэнергию, то в моделях 3 и 4 эти инвестиции должны окупаться самой электростанцией, за счет продажи своей электроэнергии. Вновь построенная электростанция должна включать инвестиционную составляющую в свой тариф. В [2] приведен расчет показывающий, что ценовая заявка новой электростанции не может быть ниже 3000 руб/МВт.ч, при ценах на ОРЭ – 600 – 700 руб/МВт.ч. (В ценах 2013 года).

Себестоимость выработки на проектируемых электростанциях (без учета инвестиционной составляющей) ниже существующих за счет более совершенного оборудования, снижения численности обслуживающего персонала и т.д. Но, инвестиционная составляющая, добавленная к себестоимости (даже сниженной по сравнению с действующими электростанциями), делает новые электростанции неконкурентоспособными, а стало быть невостребованными на рынке.

В [2] приведен краткий расчет (по ценам 2013 года) инвестиционной составляющей тарифа на электроэнергию для всех покупателей обеспечивающей получение необходимых средств для строительства новых электростанций. Согласно приведенному расчету для строительства новой мощности электростанций, покрывающих ежегодный прирост потребления в 2% необходимо увеличить тариф для всех покупателей на 110 руб/МВт.ч.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что строительства электростанций, за счет частных инвестиций, не будет, что собственно и подтверждается отсутствием, обеспеченных финансированием, планов строительства в Сибири электростанций после 2015 года.

Возможности снижения цен на электроэнергию на оптовом рынке для покупателей.

Наиболее эффективным способом снижения цен для покупателей ОЭС Сибири – является оплата выработки ГЭС по тарифам ФСТ.*

При сегодняшних правилах оптового рынка гидроэлектростанциям оплачивают выданную электроэнергию по тем же ценам, как и тепловым электростанциям – ценам, сложившимся на оптовом рынке («рынке на сутки вперед» (РСВ) и «балансирующем рынке» (БР)).

Структура расходов на производство электроэнергии на ГЭС хорошо известны — амортизационные отчисления, зарплата, налог на продажу электроэнергии и водный налог, затраты на ремонт оборудования, эксплуатационные расходы, определенная норма прибыли, эти расходы и учитываются при расчетах тарифов ФСТ для ГЭС. Почему цена электроэнергии, поставляемая гидроэлектростанциями на оптовом рынке в 35-40 и более раз выше тарифов ФСТ. Ответ очевиден: причиной этого является методика расчетов.

Никаких других обоснований для оплаты выработки ГЭС выше, чем по тарифам ФСТ, нет. [2]

Поскольку доля ГЭС в ОЭС Сибири составляет от трети до половины от общей выработки (в зависимости от сезона и приточности), то **при оплате ГЭС по тарифам ФСТ, цена электроэнергии для покупателей уменьшится в ОЭС Сибири в среднем за год на 35-40%.** [2]

Кроме того, по сугубо ориентировочным расчетам, при замене маржинального ценообразования, на средневзвешенную стоимость поставки поставщиков, цена электроэнергии для покупателей ОРЭ Сибири уменьшится примерно на 10%. [2]

Тем самым в рынке «Единый покупатель» решается задача снижения цен для оптовых покупателей, исключается неоправданная волатильность, обусловленная механизмом ценообразования конкурентного рынка.

Кроме того, наконец устранятся т.н. “ломаные” графики для тепловых электростанций, приводящие к ускоренному износу оборудования и снижению экономичности работы.

У конкурентных рынков электроэнергии (модели 3 и 4), помимо двух рассмотренных, имеется ряд других существенных недостатков:

- **Отсутствие органа, ответственного за бесперебойное электроснабжение страны и своевременное развитие ЕЭС и располагающего необходимыми для этого финансовыми ресурсами.** «Гарантирующие поставщики», предусмотренные Законом «Об электроэнергетике», могут лишь заключать договоры на поставку электроэнергии со всеми желающими потребителями. Однако у них нет никаких рычагов для устранения дефицита или роста цен на оптовом рынке, где они будут закупать электроэнергию, т.е. «гарантирующие поставщики» фактически не смогут гарантировать удовлетворение всех потребностей в электроэнергии.

- **Увеличение административно-управленческих расходов** в связи с образованием множества новых компаний и рыночных структур. Этот недостаток очевиден и не требует пояснений.

Заключение

1. **Конкурентный рынок в электроэнергетике** (модели 3 и 4) **наносит прямой ущерб потребителям** в связи с повышением цен и возможным дефицитом электроэнергии.

2. В отличие от стран Запада реформа электроэнергетики в России началась **при низких тарифах** на электроэнергию. Низкие цены энергоносителей являются благом для России с ее суровым климатом и большой территорией (транспортными расходами). Их повышение приведет к снижению конкурентоспособности российской экономики, инфляции и т.п.

3. Развитие энергетики должно проходить под контролем государства. В этой важнейшей отрасли страны нельзя полагаться на рыночную стихию, необходимо совместить централизованное регулирование с оптимизацией работы электростанций за счет конкуренции. Такая возможность предоставляется в модели рынка «Единый покупатель».

* В настоящее время функции по установлению тарифов выполняет федеральная антимонопольная служба. (ФАС).

Библиографический список:

1. Беляев Л.С, Шурупов В.В. Сравнительный анализ моделей оптового рынка электроэнергии // Энергоэксперт. – 2008. – № 7.
2. Шурупов В.В. О некоторых проблемах конкурентного оптового рынка электроэнергии (на основании анализа работы рынка во Второй ценовой зоне) // Энергорынок – октябрь 2013

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОТДЕЛКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

MODERN METHODS OF FINISHING CONCRETE PRODUCTS

Наружная фактура стеновых панелей должна обладать высокой декоративностью и долговечностью при малой стоимости и незначительных затратах ручного труда. Поэтому необходимо постоянно расширять арсенал выразительных и эффективных способов и приемов отделки, используя местные материалы. Современный жилой дом с его четкими прямыми формами может быть красивым только при использовании эффективных и долговечных материалов и высоком качестве отделочных работ.

Все виды индустриальной отделки разделены на четыре основные группы:

- первая: облицовка лицевых поверхностей керамическими и стеклянными цветными плитками;
- вторая: декоративная отделка слоем цветного бетона, плотным террациевым слоем, слоем дробленого камня, цветной стеклянной крошкой «эрклез», битой керамической плиткой для получения мозаики типа брекчи;
- третья: фактурная обработкой – нанесение рельефа, имитирующего естественные каменные материалы, вскрытие текстуры бетона и заполнителя, шлифовка террациевого слоя и др. Фактурная обработка может производиться по декоративному слою бетонного изделия или непосредственно по лицевой поверхности основного бетона изделия, не имеющего специального отделочного слоя;
- четвертая: окраска подготовленных лицевых поверхностей изделия стойкими красками [1, 67].

На заводах по выпуску наружных стеновых панелей, как правило, предусмотрено 3 – 4 вида отделки.

Опыт строительства жилых и общественных зданий показывает, что самым распространенным видом отделки фасадов является облицовка плиточными материалами. Отделка фасадных поверхностей этими материалами разнообразна, долговечна, красива и обладает высокой архитектурной выразительностью. При относительно невысокой трудоемкости отделочных работ общая стоимость отделки выше, чем декоративными бетонами, за счет стоимости облицовочной плитки. Производство панелей, как правило, базируется на применении готовых ковриков с наклеенными на них керамическими и стеклянными плитками. В ряде случаев получают плитку россыпью и сами изготавливают коврики из нее, используют битую плитку и производят панели с заданным рисунком или вставкой.

Керамика, как декоративно-облицовочный материал, обладает практически неограниченным диапазоном возможностей. Орнамент из керамики в современной архитектуре как бы вырастает из конструктивной структуры здания и из декоративных свойств, применяемых для него материалов [2, 87].

Отделка декоративными бетонами и растворами является наиболее эффективным индустриальным способом для заводского домостроения. Ее применение позволяет получать декоративные слои неограниченной палитры как в процессе формования за счет реализации пластических свойств бетонов и растворов и выявления декоративных качеств заполнителей, так и при специальной обработке бетонных поверхностей после пропаривания.

При формировании изделия лицевой поверхностью вверх фактуру создают с помощью гранитной или мраморной крошки, наносимой по методу «втапливания», или с помощью слоя цветного бетона с последующим обнажением декоративного камня механическим способом. Крупный заполнитель обнажают распыленной водой. На рисунках 1 и 2 представлены обнаженные фактуры лицевого слоя наружных стеновых панелей.



Рисунок 1 – Стеновая панель с обнаженной фактурой лицевого слоя на основе серого цемента и гранитной крошки

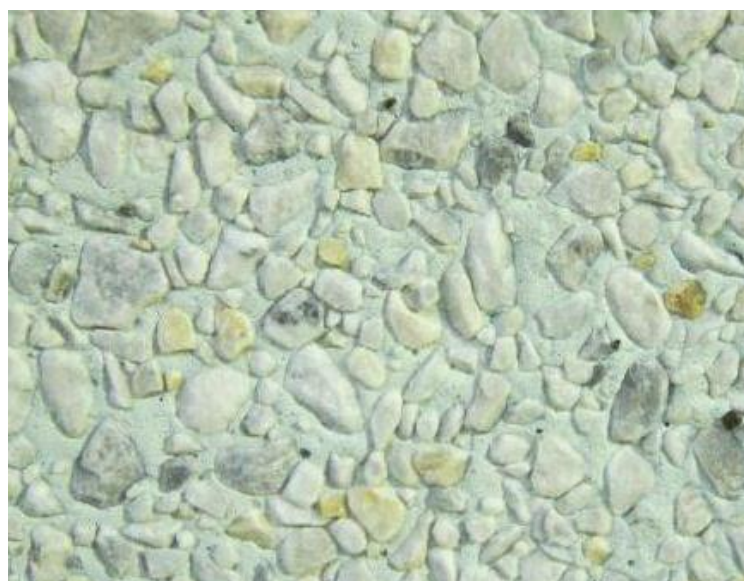


Рисунок 2 – Стеновая панель с обнаженной фактурой на основе белого цемента и мраморной крошки

Обнажают заполнители до или после выполнения тепловлажностной обработки. В первом случае растворный слой еще не имеет прочности и легко смывается водой, во втором — применяют специальные вещества — замедлители твердения цемента, что позволяет смывать цементный слой после пропаривания. Обнажают заполнители как при наклонном расположении форм со свежизготовленными панелями, так и при горизонтальном. Сущность применяемого способа в том, что слой декоративного бетона укладывают по конструктивному бетону, разравнивают и уплотняют; через 30 – 40 мин после укладки декоративного слоя растворную составляющую смывают из пневмораспылителя водой с поверхности декоративного заполнителя. Панель

устанавливают на специальный стенд с наклоном около 30°. Распыление водой длится 8 – 10 мин, после чего панель ставят в горизонтальное положение и проводят тепловую обработку. Применяемый способ имеет следующие недостатки: нельзя применять заполнители мелких фракций; возможно появление трещин при установке свежееотформованных панелей в наклонное положение и др. [3, 126].

Фактурная обработка бетона различными инструментами аналогична отделке природного камня. Для получения хорошего результата необходимо, чтобы бетон был достаточно прочен к моменту его обработки скальвающими инструментами.

Для создания фактуры применяют также метод накатки или рифления заглаженных растворных поверхностей валиками, рельефообразователями или профилирующими рейками.

Особенно широкий диапазон декоративной отделки наружных стеновых панелей имеют изделия при формировании их лицевой поверхностью вниз. При этом способе формирования, кроме использования всех видов и размеров плитки и ее отходов, применяют обычные и цветные бетоны с последующим обнажением наружного декоративного заполнителя, нанесения на фасадную поверхность клеящей основы и декоративной крошки методом напыления [2].

Гладкую фасадную фактуру получают при всех случаях отделки панелей, но чаще всего это является промежуточной операцией, предшествующей последующим по формированию различных фактур. На заводах при формировании изделий лицевой поверхностью вверх гладкую фактуру создают с помощью заглаживающих механизмов, а при формировании лицевой поверхностью вниз – за счет контакта поверхности декоративного слоя с поддоном. Рельефные бугристые поверхности образуются при формировании изделий лицевой поверхностью вверх путем обработки поверхности сжатым воздухом с помощью присыпки ее влажным песком или набрызгом декоративного раствора. Применяются крупно- и мелкобугристая фактуры. Первая достигается обработкой фасадной поверхности свежееуложенного декоративного раствора сжатым воздухом от воздушной гребенки, вспучивающим его поверхность, в результате чего образуется рельеф, вторая – путем присыпки влажного песка через сито № 10 – 15 по заглаженной поверхности декоративного слоя. Наиболее распространенным приемом получения бугристой поверхности на заводах для изделий, формируемых лицевой поверхностью вниз, является формирование на полиэтиленовой пленке, под которую рассыпают сухой керамзит [2, 4].

Рельефные фактуры из декоративного раствора выполняют с определенным геометрическим и с неопределенным рисунком. При формировании лицевой поверхностью вверх декоративный слой обрабатывают рельефными валиками, шаблонами или виброштампами с рельефообразователями, при формировании лицевой поверхностью вниз – декоративный слой образуется с использованием рельефных поддонов и матриц. Технологические приемы обработки фасадной поверхности зависят от применяемых рельефообразователей. При формировании лицевой поверхностью вверх рельеф образуют следующими методами: накатки поверхности рельефными валами из металлической или асбестоцементной трубы либо деревянным цилиндром диаметром 150 мм, на поверхности которых закреплены различные элементы из резины, пластмассы, металла и др.; протяжки профиля реечными рельефообразователями; штампования заданного рисунка; – тиснения рельефа через пленку или плотную ткань.

Рельеф или рисунок на поверхности панели может быть получен погружением матриц в растворную смесь во время вибрации. Для этого на заглаженную поверхность раствора укладывают пленку, по которой в соответствии с рисунком распределяют матрицы. Во время вибрации (продолжительность устанавливают в зависимости от ее интенсивности, жесткости бетонной смеси и величины удельного давления, создаваемого пригрузами) матрицы погружаются на заданную глубину. При снятии матриц и пленки перед отправкой в камеру тепловой обработки на фасадной поверхности панели получается

мелкобугристая шероховатая поверхность. При снятии пленки или ткани после тепловой обработки на фасадной поверхности получается гладкая поверхность или поверхность с оттиском рельефа ткани [5].

В практике домостроения применяют отделку дроблеными материалами по затвердевшему бетону панелей, расположенных в вертикальном и горизонтальном положениях. Фиксирующим материалом является полимерцементная паста, перед нанесением которой поверхности панелей огрунтовывают 10%-ным раствором ПВАЭ. Нанесение отделочного покрытия полностью механизировано.

Декоративная штукатурка в современных условиях приобрела новые качества в отделке жилых и гражданских зданий. Ценность таких видов декоративной штукатурки, как терразитовая и каменная, заключается в том, что ее можно выполнить из местных материалов в любых районах строительства, а при удачном подборе цвета, качественном исполнении этот вид отделки придает зданию монументальность, строгость, нарядность.

Одним из наиболее распространенных видов отделки фасадов жилых и общественных зданий является окраска. По мнению многих специалистов отделка панелей красочными составами позволяет придавать фасадам зданий яркий и контрастный цветовой тон, что не всегда возможно в случае применения других отделочных материалов [2, 3, 133].

В сочетании с различными приемами получения панелей с декоративными фактурами отделка красочными составами позволяет значительно расширить вариантность отделки фасадов. Основными недостатками отделки красочными составами является относительно низкая долговечность, сложность получения одинаковых по цвету покрытий, трудности в выполнении ремонтных работ. В качестве яркого примера отделки наружных стеновых панелей можно привести жилой комплекс «Эдальго» в г. Москва (рисунок 3).



Рисунок 3 – Жилой комплекс «Эдальго»

Комплекс интересен тем, что состоит из панельных домов с уникальной отделкой наружных трехслойных панелей, причем в одном доме сочетаются несколько видов отделки.

Архитектурный акцент комплекса – это оформление фасадных панелей, за счет применения в технологии специальных опалубок (матриц), с помощью которых создаются разнообразные рисунки, рельефы, всевозможные варианты отделки плиткой [3, 130].

С помощью матриц на поверхности наружных стеновых панелей воспроизводят различные виды декоративной отделки (орнаменты, рисунки).

В технологической схеме предусмотрено использование рельефно-цветовой орнаментной отделки, так как это позволяет получить плотную, прочную, совершенно не

впитывающую влагу рабочую поверхность, стойкую к тепловой обработке изделий. Использование рельефно-цветовой орнаментной отделки не требует каких-либо значительных дополнительных затрат. С экономической точки зрения является наиболее дешевым способом, по остальным показателям наиболее выгодным. Эта отделка повышает эксплуатационные качества и декоративность изделия. Использование данного вида отделки повышает уровень эстетичности массовой застройки.

Библиографический список:

1. Добрякова, Л.И. Индустриальная отделка зданий / Л.И. Добрякова, А.А. Евдокимов, Л.И. Лоповок, А.К. Миловзоров, А.М. Орлов, В.А. Хмелевский. – М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1963. – 106 с.

2. Выбор способа отделки фасада здания. Режим доступа: <http://gardenweb.ru/vybora-sposobov-otdelki-fasadov-zdani>

3. Крестов, М.А. Облицовка фасадов плитами и деталями из декоративного бетона / М.А. Крестов. – М.: Госстройиздат, 1989.

4. http://srreinforcedconcrete.ru/for_press/news/3591/

5. <http://vanhouzzz.livejournal.com/51612.html>

СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ

С огромной скоростью развиваются сегодня 3D-технологии. Они - яркий пример технических достижений 21 века. 3D-технологии – не только зрелищные эффекты. В этой сфере существует инновационная разработка – это технология «Селективное лазерное плавление» (Selective laser sintering).

«Селективное лазерное спекание/плавление» (Selective laser sintering/melting) - это лазерная технология в области прототипирования и мелкосерийного производства из металлических и керамических порошковых материалов.

Используя селективное лазерное плавление/спекание можно изготовить исключительно сложные детали. Технология запатентована в Техасском Университете в 1989 году. Разработчиками технологии считается Карл Декард и Джо Биман, работавшие в «Университете штата Техас».

Значительный вклад в развитие и совершенствование метода селективного лазерного спекания/плавления внесли отечественные и зарубежные ученые Шишковский И.В., Смуров И.Ю., Ядройцев И.А., JP. Kruth, K. Wissenbach, D. Buchbinder, K. Osakada, M. Shiomi, X. Wang, Y. и другие.

Необходимо заметить, что образцы, изготовленные по этим технологиям, сочетают в себе следующие характеристики: высокая сложность внутренней и внешней геометрии, специфические физические и химические свойства применяемых материалов, высокая плотность получаемых изделий и многие другие.

Поэтому сегодня технологический процесс селективного лазерного плавления - один из перспективных методов аддитивного производства. Аддитивное производство - это перспективные технологии производства деталей сложной формы по трехмерной компьютерной модели посредством последовательного нанесения материала (как правило, послойного) - в противоположность так называемому вычитающему производству (например, традиционной механической обработке). Здесь детали изготавливаются непосредственно по компьютерному файлу, содержащему 3D-модель, виртуально нарезанную на тонкие слои, который передается в АП-систему, для послойного формирования конечного изделия.

Данная группа методов появилась вследствие развития технологий быстрого прототипирования в конце прошлого века.¹

Селективное лазерное плавление или SLM (Selective Laser Melting, оно же Direct Metal SLM) - технология, при которой объект формируется из порошков различных металлов посредством его плавления под действием лазерного излучения, после чего платформа опускается на толщину одного слоя и вновь наносится порошкообразный металл для построения лазером следующего слоя.

Селективное лазерное плавление/спекание - это послойное последовательное расплавление металлического порошкового материала при помощи лазерного излучения. Разработаны различные варианты метода, получившие собственные названия - Selective Laser Melting в установках фирмы MCP-HEK, Lazer CUSING - в установках Concept Lazer GmbH.

¹ Григорьев С.Н., Козочкин М.П., Сабиров Ф.С., Синопальников В.А. Проблемы технической диагностики станочного оборудования на современном этапе развития // Вестник МГТУ «Станкин». 2010. No4. С.27-36
Смуров И.Ю., Мовчан И.А., Ядройцев И.А., Окунькова А.А., Цветкова Е.В., Черкасова Н.Ю. Аддитивное производство с помощью лазера // Вестник МГТУ «Станкин». 2011. Т. 2. No 4. С. 144-146

Среди технологий цифрового производства, технология селективного лазерного плавления (спекания) SLM (альтернативное маркетинговое название - «SLS») дает возможность прямого, непосредственно по CAD модели, изготовления деталей или их заготовок в металле, без какой-либо промежуточной оснастки, послойным спеканием металлического порошка лазерным лучем.

Технология особо эффективна при необходимости изготовления прототипов, штучных или мелкосерийных изделий, оснастки. Разнообразие используемых металлических порошков позволяет получать изделия с самыми разными физическими свойствами.

Чаще применяются порошковые материалы нержавеющей и жаростойких сталей, жаропрочных сплавов на основе Ni, сплавов Co-Cr, а также легких алюминиевых и титановых сплавов.

Практически отсутствуют ограничения, связанные со сложностью геометрии деталей в том числе ее внутренней структуры, что особо ценно в hi-tech отраслях – аэрокосмической, самолето- и вертолетостроении, ВПК, автогонках, медицине и так далее.

Отсюда, перспективные индустрии применения: аэрокосмическая сфера, самолето- и вертолетостроение, автоиндустрия, технические виды спорта, медицина, ВПК, электроника.

В 2000 году была основана Компания Concept Laser, она являлась первопроходцем в области разработки новейшей технологии. Сегодня запатентованная компанией технология LaserCUSING используется в многочисленных отраслях промышленности. Высокое качество продукции, многолетний опыт и внимание к потребностям клиентов являются важными аспектами в процессе создания надежных и экономически выгодных решений для развития в области данной технологии.

Технология выборочного плавления выделяется уникальным способом перемещения лазера в процессе построения объекта. Каждый слой – это множество мельчайших частей, которые потом обрабатываются в случайном порядке. Такой метод позволяет значительно снизить внутреннее напряжение, а так же создавать монолитные детали солидных размеров.

Сокращение продолжительности цикла с применением формообразующих вставок по технологии LaserCUSING - важный аспект производства. Есть еще преимущество, вытекающее из избавления от деформаций, - уменьшение отходов, которые составляют 3-4% объема.

Формообразующие вставки для аэрокосмической отрасли, автомобильной, стоматологической, медицинской, при создании ювелирных изделий теперь могут быть созданы при помощи технологии LaserCUSING, так называемого послойного процесса. Теперь возможно изготавливать ювелирные изделия в соответствии с собственным эскизом из драгоценных металлов.

Технологии требуется лазер высокой мощности, способный соединять стекольные, керамические, металлические или пластиковые элементы в заданную структуру. Для работы необходимо предварительно сделать компьютерную 3D-модель. Лазер будет сканировать модель в процессе работы. Он будет сплавлять порошкообразный материал. Плавление происходит по этапам в соответствии со сканированием каждого разреза; специальной разравнивающей кареткой наносится материал. Так создается объем. Необходимо, чтобы в камере была бескислородная среда, а температура немного меньше плавления.

Преимущества технологии:

- Возможность быстрого получения полноразмерного и полностью функциональных прототипов.

- Возможность изготовления деталей любой геометрической сложности.

- Срочный запуск штучного или мелкосерийного производства.

- Возможность существенного снижения веса изделия.

- Отсутствие необходимости в дорогостоящей оснастке.
- Широкий спектр металлических порошков.
- Минимальное количество отходов за счет использования перерабатываемого сырья.
- Полноценная промышленная прочность изделий.
- Высокая точность изготовления.
- Возможности для упрощения логистики, сокращения времени поставок, уменьшения объемов складских запасов.

Итак, данная технология - универсальна, многофункциональна. Она может работать с порошковыми материалами: металлами (сплавы, сталь, титан), полимерами (полистирол и нейлон), а также глауконитовыми песками. Возможна вариативность: полное расплавление, жидкофазное спекание, частичное плавление. Реализована возможность создавать не только большие объекты, но и мелкие детали. Создание охлаждения, позволяющего минимизировать технологический цикл процесса литья детали, в результате, повышает производительность и снижает стоимость изготовления деталей.

В 2017 году NASA отправит в космос двухступенчатую ракету сверхтяжелого класса, которая способна выводить на околоземную орбиту более 100 тонн груза. При помощи новых технологий, показавших впечатляющие результаты, будут изготовлены детали сложной формы за всего лишь одну операцию. С помощью новой технологии планируется изготовить детали, необходимые для реактивных двигателей. Окончательный вывод о будущем изобретения в сфере космической техники будет сделан после всесторонних испытаний.

Итак, моделирование или поэтапная схема применения технологии:

Первый этап: Создание сценария построения на основе CAD (computer-aided design) модели, то есть компьютерной поддержки проектирования.

С помощью специального программного обеспечения на основе исходной CAD модели создается сценарий построения: CAD модель изделия проходит технологическую адаптацию: в случае необходимости добавляются поддержки, модель (либо модели) оптимальным образом позиционируется на платформе построения. Происходит параметрирование построения.

Второй этап: Распределение порошка по поверхности.

В камере построения устройство для нанесения и выравнивания слоя порошка распределяет его по поверхности платформы. Процесс печати начинается с разделения цифровой 3D-модели изделия на слои толщиной от 20 до 100 мкм с целью создания 2D-изображения каждого слоя изделия. Отраслевым стандартным форматом является STL-файл. Этот файл поступает в специальное машинное ПО, где происходит анализ информации и ее соизмерение с техническими возможностями машины.

На основе полученных данных запускается производственный цикл построения, состоящий из множества циклов построения отдельных слоев изделия.

Цикл построения слоя состоит из типовых операций:

- 1) нанесение слоя порошка заданной толщины (20-100 мкм) на плиту построения, закрепленную на подогреваемой платформе построения;
- 2) сканирование лучом лазера сечения слоя изделия;
- 3) опускание платформы вглубь колодца построения на величину, соответствующую толщине слоя построения.

Процесс построения изделий происходит в камере SLM машины, заполненной инертным газом аргон или азот (в зависимости от типа порошка, из которого происходит построение), при ламинарном его течении. Основной расход инертного газа происходит в начале работы, при продувке камеры построения, когда из нее полностью удаляется воздух (допустимое содержание кислорода менее 0,15%).

После чего лазерный луч сканирует поверхность данного слоя порошка и путем

оплавления (спекания) формирует изделие. По окончании сканирования порошкового слоя платформа с изготавливаемым изделием опускается на толщину наносимого слоя и процесс нанесения слоя порошка и сканирования повторяется. После завершения процесса платформа с изделием поднимается и очищается от неиспользованного порошка.

Третий этап: Отделение детали от платформы построения.

Механическое отделение детали от платформы построения путем разрушения предусмотренных моделью поддержек, последующая механическая обработка.

После построения изделие вместе с плитой извлекается из камеры SLM машины, после чего изделие отделяется от плиты механическим способом. От построенного изделия удаляются поддержки, производится финишная обработка построенного изделия.

Практически полное отсутствие кислорода позволяет избежать окисдации расходного материала, что делает возможной печать такими материалами, как титан.

Таким образом, SLM или Selective laser melting - инновационная технология производства сложных изделий путем лазерного плавления металлического порошка по математическим CAD-моделям (3D-печать металлом). С помощью SLM создают как точные металлические детали для работы в составе узлов и агрегатов, так и неразборные конструкции, меняющие геометрию в процессе эксплуатации.

Данная технология - это метод аддитивного производства, использующий мощные лазеры для создания трехмерных физических объектов. Данный процесс успешно заменяет традиционные методы производства, так как физико-механические свойства изделий, построенных по технологии SLM, часто превосходят свойства изделий, изготовленных по традиционным технологиям.

Установки SLM помогают решать сложные производственные задачи промышленных предприятий, работающих в авиакосмической, энергетической, машиностроительной и приборостроительной отраслях. Также они применяются в университетах, конструкторских бюро, используются при проведении научно-исследовательских и экспериментальных работ.

В число ведущих производителей систем для аддитивного производства входят компании 3D Systems, ExOne и Stratasys (США), Arcam (Швеция), а также Concept Laser, EOS, SLS и Voxeljet (Германия) и др. Рынок 3Dпечати, по оценке Wohlers Associates, ускоренно растет. По числу введенных в эксплуатацию систем с большим отрывом лидируют США – 38% промышленных установок. Значительное количество установок эксплуатируется также в Японии (9,7%), Германии (9,4%) и Китае (8,7%). Доля России составляет пока 1,4%.²

Одно из направлений селективного лазерного плавления - это искусство (актуальное понятие современного мира). Из электронной формы технология переносит любые авторские идеи в материальную.

Эта уникальная технология может радикально изменить будущее.

В серийном производстве технологию селективного лазерного плавления можно использовать для реализации инновационных идей.

Библиографический список:

1. В. Ежеленко, Д. Трубашевский, А. Колмаков, металлическая 3D печать – будущее эффективных производств.//Умное производство, №3, 2015.
2. Григорьев С.Н., Козочкин М.П., Сабиров Ф.С., Синопальников В.А. Проблемы технической диагностики станочного оборудования на современном этапе развития // Вестник МГТУ «Станкин». 2010. №4. С.27-36.

² В. Ежеленко, Д. Трубашевский, А. Колмаков, металлическая 3D печать – будущее эффективных производств.//Умное производство, №3, 2015

3. Смуrow И.Ю., Мовчан И.А., Ядройцев И.А., Окунькова А.А., Цветкова Е.В., Черкасова Н.Ю. Аддитивное производство с помощью лазера // Вестник МГТУ «Станкин». 2011. Т. 2. No 4. С. 144-146.

Тюрин Игорь Николаевич

аспирант, Московский государственный университет дизайна и технологии, кафедра
Художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий.

E-mail: iniruyt@gmail.com

Гетманцева Варвара Владимировна

к.т.н., Московский государственный университет дизайна и технологии, кафедра
Художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий.

Tyurin I.N., postgraduate student.; Getmantseva V.V., c.e.s.

Moscow State University of Design and Tehnology, Department of Art modeling,
designing and technology of garments

УДК 677.03

АНАЛИЗ ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

Аннотация: В статье проведен анализ инновационных разработок в области производства текстильных волокон с целью выбора путей совершенствования процессов проектирования одежды.

Ключевые слова: текстильные волокна, проектирование эргономичной одежды, высокопроизводительные волокна, высокофункциональные волокна, биомиметика и текстильные полотна, "умные" текстильные полотна.

Abstract: The article analyzes the innovation in the production of textile fibers in order to choose how to improve apparel design processes.

Keywords: textile fibers, ergonomic design clothes, high-perfomance fibres, high-functional fibers, biomimetics and textile fabrics, "smart" textile fabrics.

Развитие общества приводит к тому, что меняются взгляды на многие аспекты в социальной сфере, в том числе меняются взгляды на одежду, формируются новые требования к одежде, реформируются функции одежды. В последнее время можно четко пронаблюдать тенденцию роста показателей качества, связанных с эргономическими характеристиками одежды. Повышение уровня эргономичности одежды связано со многими факторами: характеристиками используемых материалов, конструктивными, декоративными и технологическими решениями изделий и др. Среди большого разнообразия ассортимента одежды наиболее эргономичной является спортивная одежда ввиду своего функционального назначения. С целью изучения факторов, влияющих на повышения эргономических показателей качества одежды, проведен анализ особенностей современного процесса проектирования и производства спортивных изделий, а также перспективные направления развития данной отрасли. Одними из немаловажных факторов, влияющих на эргономические показатели качества одежды, являются свойства и характеристики материалов, из которых изготавливается спортивная одежда.

Объем производства текстильных нитей и тканей для спортивной одежды резко вырос за последнее десятилетие. По данным исследования маркетингового агентства "Дэвид Ригби" [1], мировое производство текстиля для спортивной одежды и экипировки увеличилось с 841 000 тонн в 1995 году до 1 382 000 тонн в 2010 году. Данный факт отображает всплеск интереса людей по всему миру к активным видам спорта, появившийся вследствие проявления ряда социальных факторов: возросшее свободное время, повышенный интерес к собственному здоровью и внешнему виду и др.

Анализ сведений, имеющихся в различных научных и литературных источниках, показал, что эволюция в разработке волокон разных свойств прошла несколько фаз: от

обычных волокон до высокофункциональных и высокопроизводительных волокон. И данная отрасль продолжает развиваться, что открывает широкие возможности для смежных отраслей, в том числе и для производства одежды. Изучение современных технологий производства волокон и перспектив их развития, позволит сориентировать направления совершенствования процессов проектирования одежды с целью производства конкурентоспособных высоко комфортных изделий [2, 21].

Самым популярным и общедоступным типом волокон для производства спортивной одежды является полиэстер. Также можно выделить полиамид, полипропилен, акрил и эластан. Синтетические волокна могут быть модифицированы в процессе производства [3]. Среди примеров можно привести производство полых волокон и волокон с неравномерным поперечным сечением; волокна смешанные с натуральными волокнами для повышения их термофизиологических и сенсорных параметров. Синтетические волокна со способностью к сопротивлению воздействию УФ-излучения и антимикробными добавками также являются применимыми в разработке спортивной одежды.

Наравне с такими традиционными техниками изготовления химических волокон, как формование из расплава сухим и мокрым способом формования, изготовление нитей из прядильного раствора, идут более современные техники: гелевый, би-компонентный способ - все это делает возможным изготовление волокон, нитей и тканей с уникальными характеристиками. В результате использования совмещенных способов формования, стало возможным производство тканей с внедренными механическими, физическими, химическими и биологическими функциями. Способ формования волокон из расплава оболочка / сердцевина позволяет изготовить волокна с дополнительной функцией. Так, например, фирма Unitika произвела первое тепловыделяющее волокно с сердцевиной, содержащей карбид циркония (ZrC). Так как ZrC поглощает солнечный свет (нижнюю границу инфракрасного и видимого диапазонов спектра) и излучает верхнюю границу инфракрасного излучения, человек, надевший одежду из такого типа волокон, чувствует себя гораздо теплее. Другой тип волокон содержит в себе керамические микрочастицы, позволяющие достичь высокой теплопроводности.

Высокопроизводительные волокна

На сегодняшний день существует широкий диапазон высокопроизводительных волокон доступных для применения в производстве защитной спортивной одежды. Среди уже разработанных специальных волокон выделяют [4]:

1) арамидные волокна (p-aramидные волокна для обеспечения высокой прочности и баллистических характеристик; - m-aramидные волокна для обеспечения высокой огне- и жароупорности;

2) сверхвысокопрочные полиэтиленовые волокна (гелевое формование, сверхбольшая молекулярная масса полиэтиленовых волокон с экстремально высокой удельной прочностью и модулем упругости, большим химическим сопротивлением и сопротивлением истиранию);

3) полипропилен-сульфидное волокно (кристаллическое термопластичное волокно с механическими свойствами, схожими с обычными полиэстровыми волокнами; обладают превосходным тепловым и химическим сопротивлением);

4) полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) (кристаллическое термопластичное волокно с высоким тепловым сопротивлением и широкому спектру химических веществ);

5) новолоидные волокна (вулканизированный фенол альдегид) (обладают высокой огнеупорностью, крайне низкой способностью к плавлению, большим сопротивлением воздействию кислот, растворителей, химикатов и горючего, а также способностью к восстановлению влажности);

б) p-фенилен-2,6-бензодиоксол (прочность и модуль упругости этих волокон превосходит все остальные существующие волокна).

Высокофункциональные волокна

При разработке высокофункциональных материалов для производства спортивной одежды необходимо учитывать требования к рабочим характеристикам: балансировки параметров драпируемости, термоизоляционности, водонепроницаемости, антистатичности, растяжимости, физиологического комфорта. Анализ исследований, проведенных в этой области за последнее десятилетие позволяет выделить ряд инноваций: внедрение новых подготовительных процессов и процессов отделки тканей, технологии изготовления с применением полимерных мембран. Текстильные полотна, используемые для производства спортивной одежды, с точки зрения геометрических характеристик, плотности упаковки и структуры составных волокон в нитях, а также с точки зрения конструкции тканей, являются материалом, специально разработанным для достижения необходимого рассеивания тепла и влаги при высоких уровнях метаболизма человека. Примером являются "умные" двухсторонние ткани и трикотажные полотна, структура которых обладает следующими особенностями: внутренняя поверхность, расположенная близко к человеческому телу, имеет оптимальную капиллярную влажность и сенсорные характеристики, в то время как наружная поверхность тканей обладает свойством оптимального рассеивания влаги [5].

В дополнение к инновациям в области высокофункциональных искусственных тканых полотен, существуют передовые технологии в производстве хлопковых и шерстяных тканей для спортивной одежды. Например, разработка "Спортшерсти" ("Sportwool") - технологии, защищающей от непогоды, в которой свойства составного волокна, нить и ткань, а также отделка ткани способствует созданию сухого и охлаждающего микроклимата [6]. Среди перспективных технологий можно выделить ткани Gore-Tex - высокофункциональные ткани, характеризующиеся влагозащитностью, способностью к абсорбции пота, высокой термоизоляции при малой толщине ткани.

Биомиметика и текстильные полотна

Анализ исследований в области имитации "живых систем" - биомиметики показал, что в будущем является возможным воспроизведение молекулярной структуры и морфологии природных биологических материалов. Актуальные разработки проходят в области биомемической химии и создании тканей [7]. Примером может служить разработка водо- и грязеотталкивающих тканей, созданных посредством имитации структуры поверхности листьев лотоса. Принцип функционирования «водоотталкивающей системы» заключается в том, что вода стекает с поверхности, которая на микроскопическом уровне покрыта субстанцией наподобие воска с низким поверхностным натяжением.

"Умные" текстильные полотна

В отношении "умных" текстильных полотен и интерактивных материалов завершено несколько разработок, представляющих особый интерес в отношении спортивной одежды. Эти материалы легко взаимодействуют с условиями окружающей среды и параметрами человеческого тела, таким образом создавая изменения в свойствах материала. Примером являются материалы с изменчивой фазой строения и полимеры с функцией запоминания формы, встроенные в слой текстильного полотна [8; 9]. Они могут взаимодействовать с человеческим телом и производить терморегуляцию микроклимата, существующего между одеждой и телом человека. Если наличие "умных" параметров текстильных полотен добавить к двум базовым: эстетическим и функциональным, это может привести к реализации защитной и безопасной одежды как персонализированной, пригодной для носки, информационной инфраструктуры.

Анализируя существующие разработки в области производства текстильных волокон можно сделать вывод, что наиболее перспективными направлениями является разработка высокопроизводительных и высокофункциональных волокон, «умных» текстильных полотен, материалов, воспроизводящих молекулярную структуру и морфологию природных биологических материалов. Перспективным направлением

является проведение исследований в области совмещения различных способов формования текстильных волокон. Текстильные полотна, произведенные из высокофункциональных волокон, позволят изготавливать одежду с высокими гигиеническими показателями. В области исследования «умных» волокон особый интерес представляет материалы с функцией запоминания формы, а также особая подкатегория данных волокон – E-Textiles. Исследования в данной сфере позволят получить разработки на стыке двух разных областей науки – технологии швейных изделий и электроники, благодаря которым возможно применение их в специальных разделах физиологии, для медицинских целей, для повышения собственной безопасности человека. Основные свойства высокопроизводительные заключаются в высокой прочности, а также способности сопротивлению теплу и химическим реагентам, что также имеет огромное значение в области производства одежды, однако требует специфического применения. Тот факт, что высокопроизводительные и «умные» волокна специально разработаны для нужд спортивной одежды по своим геометрическим и механическим свойствам, является осложняющим фактором для применения их в сфере производства одежды бытового назначения. Поэтому данная тема требует более глубокого и детального изучения.

Библиографический список:

1. David Rigby Associates (2002) Technical Textiles and Nonwovens: World Market Forecasts to 2010.
2. Гусева М.А. Виртуальная биомеханика для автоматизированного проектирования одежды. Дизайн и технологии. 2010. № 20 (62).
3. <http://sportmaterials.narod.ru/1SpOdegda.html>
4. Сидоренко Ю. Н. Конструкционные и функциональные волокнистые композиционные материалы. Томск: Изд.-во ТГУ, 2006.
5. <http://www.web.fibrenamics.com/en/knowledge/the-fibers/functional-fibers/>
6. <https://csiropedia.csiro.au/sportwool/>
7. Biomimetic clothes by Chris / <http://www.explainthatstuff.com/biomimeticclothing.html> Woodford; August 26, 2016.
8. ISBN: 978-1-84569-005-2 "Intelligent Textiles and Clothing", Edited by: H. Mattila, 2006.
9. Shape-Memory Applications in Textile Design, Mustafa O. Gök, Mehmet Z. Bilir, 2005.

УДК 725

ВОЗВЕДЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ СТОЯНОК И ПАРКОВОК В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Приведены результаты исследований по проблеме организации в крупных городах системы парковок и стоянок автомобилей. Показана необходимость дифференциации параметров парковок различного типа по зонам города с учетом градостроительных, экономических и экологических характеристик территорий и застройки.

В настоящее время не существует единой классификации мест стоянки автомобилей в городах. Учитывая существующее многообразие видов стоянок автомобилей, можно принять следующую классификацию парковок:

- многоуровневые парковки ;
- подземные парковки ;
- подземно-надземные парковки ;
- круглосуточные стоянки (огороженные–охраняемые);
- муниципальные парковки (в ночное время);

площадки для стоянок автомобилей в жилой застройке. Многоуровневые (надземные, подземные или надземно-подземные) парковки обеспечивают наибольший и наиболее качественный набор услуг. Однако в настоящее время парковки подобного типа имеют наибольшую стоимость услуг и наибольший радиус обслуживания (в основном, из-за малого количества их в городах). В то же время многоуровневые парковки имеют и несомненные преимущества: автомобили, оставленные в этих парковках, защищены от неблагоприятного воздействия окружающей среды (дождь, снег, грязь и т. п.); при многоэтажном строительстве территория, занимаемая зданием, сравнительно малая. Подземные парковки в последнее время получили распространение в микрорайонах новой застройки при расположении их рядом или непосредственно под жилыми корпусами. Это обеспечивает наилучшую доступность жителей к своим автомобилям, а автомобилям создаются наиболее оптимальные условия для хранения независимо от состояния природной среды. Однако, учитывая особенности планировки и застройки жилых массивов (жилых микрорайонов и планировочных районов), подземные автостоянки под жилыми зданиями проектируются, как правило, в один этаж. Это несколько ограничивает их емкость, обеспечивая 40–60 % потребностей в парковочных местах. Многоэтажные подземные (или подземно-надземного типа) парковки могут создаваться на некотором удалении от жилых, деловых или производственных зданий, что обеспечивает устойчивость грунтового массива, безопасные способы возведения и эксплуатации сооружения, возможность строительства и ремонта инженерных сетей. Охраняемые автомобильные стоянки организуются на свободных от любой (жилой, промышленной, деловой) застройки территориях. Это могут быть участки после сноса ветхого жилого или любого другого фонда, участки перспективной застройки, не используемые в настоящее время, участки, непригодные под застройку, но временно используемые для стоянки автомобилей, и т. п. Основным преимуществом таких стоянок является то, что на них ведется круглосуточное наблюдение за автотранспортом. Однако автомобили находятся на открытом воздухе и подвергаются всем воздействиям окружающей среды. Муниципальные парковки создаются на свободных территориях– площадях, магистралях,

газонах микрорайонов и т.п. Как правило, это стоянки автомобилей в ночное время. Муниципальные образования, являясь собственником земель, на которых создаются стоянки подобного типа, сдают землю в краткосрочную аренду. Площадки для стоянок автомобилей в жилой застройке являются наиболее простым типом парковок для хранения автомобилей. Из всех видов благоустройства и инженерного оборудования они имеют лишь покрытие. Автомобили подвергаются воздействию всех факторов окружающей природной среды (как правило, не очень благоприятной для транспорта). Кроме того, никакого наблюдения и охраны автомобилей на таких стоянках не ведется, что не обеспечивает какую либо сохранность транспортных средств. В настоящее время деловая активность концентрируется в центре города или в прилегающих к нему районах. Об этом свидетельствует не только концентрация местоположений деловых зданий, но и другие данные. Так, в результате проведенных в г. Красноярске обследований установлено, что перевод жилого фонда в нежилой (для использования в качестве офисных помещений различных фирм и организации) следующий:

- в центральной зоне города – до 40 %;
- в срединной зоне – до 30 %;
- в периферийной зоне – до 20 %.

Подобные соотношения означают, что в центральной зоне города потребность в офисных помещениях в 1,5–2,0 раза выше, чем на остальных территориях. Одновременно это означает и большую активность в посещении этих офисных помещений, а соответственно большую вместимость (площадь) автомобильных парковок возле них. Проведённое в г. Красноярске анкетирование владельцев автомобилей позволяет получить ответы на некоторые основные вопросы: 1. На вопрос о месте стоянки автомобиля в ночное время суток ответы распределились следующим образом:

- в боксовом гараже – 5 %;
- во дворе, под окнами без охраны – 16 %;
- на площадке парковки в жилой застройке – 19 %;
- на муниципальной парковке – 23 %;
- на подземной стоянке – 8 %;
- на многоуровневой стоянке – 2 %.

По данным анкетирования в настоящее время наибольшей популярностью пользуются круглосуточные стоянки на свободных от застройки участках. Несколько меньшим вниманием пользуются муниципальные парковки и площадки для стоянок автомобилей в жилой застройке. Незначительная часть автомобилей (всего до 10 %) хранится в многоуровневых и подземных стоянках. Но основное объяснение этому – очень малое количество подобных мест хранения автомобилей и их вместимость. 2. На вопрос о предпочтительных факторах при выборе места стоянки автомобиля ответы распределились следующим образом:

- стоимость услуг – 43 %;
- качество предоставляемых охранных услуг – 33 %;
- близость расположения стоянки к дому – 10 %;
- защищенность автомобилей от неблагоприятных факторов окружающей среды (снег, дождь, солнце и т. п.) – 7 %;
- возможность приобретения постоянного места – 4 %;
- наличие на стоянке дополнительных удобств (автомойка, шиномонтаж, автосервис и пр.) – 2 %;
- другие факторы – 1 %.

Как видно из приведенных данных, основная часть владельцев автомобилей отдает предпочтение низкой стоимости аренды машиноместа и качественной охране данной стоянки, вторая группа – близости автомобильной стоянки к месту проживания и защищенности автомобиля от возможных погодных воздействий. 3. На вопрос о наиболее

популярном времени парковки в будние дни около 80 % опрошенных указали интервал времени от 18:00 до 8:30. Подобное единодушие среди автовладельцев означает, что проблема парковки в дневное время в настоящее время является не столь серьезной, так как автомобиль в дневное время (рабочее время) можно оставить на проезжей части, в соседних дворах, на газонах и прочих людных местах, где вероятность его сохранности будет наибольшей. В ночное же время резко возрастает вероятность угона автомобиля или воровства отдельных его частей и деталей, что и обуславливает интерес к охраняемым стоянкам. 4. На вопрос о наиболее популярном времени парковки в выходные дни ответы распределились следующим образом:

- интервал времени от 17:00 до 13:00 – 55 %;
- интервал времени от 16:00 до 12:00 – 25 %;
- интервал времени от 18:00 до 15:00 – 8 %;
- другое время – 12 %.

Таким образом, основная часть автовладельцев предпочитает поставить автомобиль на охраняемую стоянку от 16:00 до 13:00. Сводные технико-экономические показатели различных типов парковок автомобилей приведены в таблице. Обработка представленных результатов позволяет получить соотношения, которые можно использовать в предварительных расчетах при проектировании и строительстве системы парковок в городе:

$$(1) \quad C = 11,5 + 0,34 M;$$

$$(2) \quad C = 45,5 + 0,07 R;$$

$$(3) \quad M = 100 + 0,2 R;$$

где C – стоимость суточной аренды машино-места на парковке, руб./сут; M – вместимость парковки, машино-мест; R – радиус обслуживания парковки, м. Конечно, представленные результаты в таблице и в виде формул являются ориентировочными, позволяющими оценить возникшую ситуацию с организацией и строительством парковок различного типа. Однако все же наличие подобных рекомендаций позволяет более правильно оценить существующую ситуацию с организацией мест парковок автомобилей, емкостью отдельных парковок, расстоянием между ними и качеством предоставляемых в них услуг. В соответствии со СНиП 2.07.01–89* [1, прил. 9] на 100 одновременных посетителей различных объектов города (отдых, культура, управление, финансы и пр.) необходимо предусматривать до 10–15 машино-мест. Но эти рекомендации предусматривают уровень автомобилизации 200–250 автомобилей на тысячу жителей. В то же время, как показывают прогнозные расчеты, на перспективу в г. Красноярске на расчетный срок 2025–2030 гг. уровень автомобилизации может составить 500–550 автомобилей на тысячу жителей (уже в настоящее время он составляет около 320 автомобилей на тысячу жителей). Поэтому количество необходимых машино-мест на парковках может быть скорректировано по формуле

$$(4) \quad M = (100 \div 150) \div (200 \div 250) u$$

В формуле (4) принято: 10–15 машино-мест на 100 посетителей или 100–150 машино-мест на тысячу посетителей; 200–250 автомобилей на тысячу жителей – уровень автомобилизации населения, принятый в СНиП 2.07.01–89 [1];

u – расчетный уровень автомобилизации на проектный период, автомобилей на тысячу жителей. Конкретная дислокация и вместимость отдельных парковок различного типа должны определяться дислокацией – величиной, плотностью и видом учреждений посещения (управление, финансы, культура, отдых и т. п.). Несомненно, что отдельная стоянка может использоваться для обслуживания различных учреждений. В то же время следует отметить недостаток современной практики организации парковочных мест, когда каждая организация старается получить самостоятельную парковку, хотя бы на 2–3

машино-места. Это представляется нерациональным из-за чрезмерного расхода городской территории, особенно в центральной части города. При этом часто нарушаются все санитарные нормативы расположения автомобильных стоянок в городе – удаленность от жилой застройки, загазованность атмосферного воздуха выбросами автотранспорта, вырубка деревьев и кустарников, уничтожение газонов, увеличение заасфальтированных или замощенных плитками территорий. Количество автомобилей в городе определяется как численностью жителей, так и уровнем автомобилизации:

$$(5) Q = u * N$$

где N – численность населения города, тысяч человек, u – уровень автомобилизации, автомобилей на тысячу человек. Как показывают многочисленные обследования по г. Красноярску, транспортный парк города может быть поделен на 3 группы по виду использования: – автомобили, находящиеся на стоянках и не используемые автовладельцами по разным причинам (неисправность автомобиля, болезнь автовладельца, командировка и пр.), –8–15 %;

– находящиеся одновременно в движении на магистралях города: в час пик –16–18 %;

– в межпиковый период –6–8 %;

– находящиеся на стоянках и парковках: в час пик –69–74 %, в межпиковый период –79–84 %.

Суммируя эти данные, можно принять, что на стоянках города одновременно должно находиться следующее количество автомобилей:

$$(6) M = (0,70 \div 0,85)Q$$

Большинство автомобильных парковок, даже в часы пик, не загружены полностью. По результатам обследований парковок и стоянок в г. Красноярске установлено, что средняя загрузка их в наиболее напряженный период днем составляет 0,5–0,7, т. е. коэффициент неравномерности загрузки будет 1,5–2,0, поэтому общее количество мест на стоянках и парковках различного типа по городу должно составлять.

$$(7) M = (1,5 \div 2,0)(0,70 \div 0,85)Q = (1,3 \div 1,5)Q.$$

Какова динамика изменения объема парковочных мест, видно из следующего расчета. В настоящее время число жителей г. Красноярске

$N = 1000$ тыс. чел. Современный уровень автомобилизации $u = 400$ автомобилей на тысячу человек. Общее количество автомобилей и мест на парковках должны составлять: 400 1000

$$(8) Q = 400 * 1000 = 400 \text{ тыс. авт.};$$

$$(9) M = (1,3 \div 1,5) * 400 = 520 \div 600 \text{ тыс. авт.}$$

На расчетный период население города должно составить $N = 1200$ тыс. человек, а уровень автомобилизации $u = 650$ автомобилей на тысячу жителей. Все это обуславливает соответствующие показатели:

$$(10) Q = 650 * 1200 = 780 \text{ тыс. авт.};$$

$$(11) M = (1,3 \div 1,5)780 = 1014 \div 1170 \text{ тыс. машино-мест.}$$

Как видно из представленных данных, рост транспортного парка и, соответственно, необходимое количество машино-мест на парковках должны увеличиться в 1,95 (практически в 2 раза). Сегодня на более или менее оборудованных стоянках (как правило, открытого типа) находится лишь 30–35 %, а остальные паркуются на любом свободном участке территории. Решение проблемы парковок легкового транспорта города наиболее простейшими и соответственно наиболее распространенными методами – строительством автомобильных стоянок на свободных территориях – потребует выделения в настоящее время 15–17 км² городской территории, а на перспективу – 30–35 км². И это при том, что территория застройки в настоящее время составляет немногим более 100 км. Конечно, такое решение невозможно. Необходимо

строительство многоэтажных парковок комбинированного типа – надземных, подземных или надземно-подземных. Это позволит не только повысить сервис парковочного хозяйства, но и существенно снизит расход городской территории. Если при строительстве автомобильных стоянок открытого типа (наиболее распространенных в настоящее время) выделяется 25–30 м² территории для стоянки одного автомобиля, то при строительстве многоэтажных гаражей-парковок удельный расход территории резко снижается до 3–5 м² на один автомобиль.

При выборе типа парковок следует учитывать экологическую и экономическую составляющие. При строительстве автомобильных стоянок открытого типа на один автомобиль должно выделяться 25–30 м² территории. Кроме того, как показали наши обследования автомобильных стоянок в г. Красноярске, вокруг каждой стоянки должна быть санитарно-защитная зона шириной 25–30 м в зависимости от емкости стоянки. Это приводит к увеличению расхода городской территории до 50–75 м² на каждое стояночное место, т. е. в 2–3 раза больше, чем необходимо собственно для стояночного места автомобиля. По СНиП2.07.01–89*[1, п. 6.39 и табл. 10] расстояния от наземных и наземно-подземных гаражей до жилых домов, общественных зданий, лечебных учреждений, школ и дошкольных учреждений должны приниматься такими же, как и для открытых стоянок. Но этот принцип соответствует многоэтажным гаражам при естественной вентиляции внутренних помещений от выхлопных газов автомобилей. В настоящее время достаточно широко разработаны и внедрены в практику различные системы принудительного вентилирования с частичной очисткой от основных компонентов отработанных газов автомобилей. Кроме того, хранение автомобилей в утепленных парковках позволяет меньше расходовать топлива на маневрирование и подготовку автомобиля к поездке. Все это позволяет сократить расстояние от многоэтажных парковок до жилых зданий до 15 м (СНиП2.07.01–89*, п. 6.37). Иными словами, размер санитарно-защитной зоны для многоэтажных парковок может быть существенно сокращен за счет более совершенного инженерного оборудования гаража – принудительной вентиляции с частичной очисткой удаляемого из внутренних помещений воздуха. Немаловажное значение при выборе типа автомобильной стоянки или паркинга имеет не только размер земельного участка, но и его расположение в плане города. В целях экономической заинтересованности в наилучшем использовании территориальных (земельных) ресурсов в г. Красноярске была введена плата за землю. Средняя ставка дифференцируется по местоположению и зонам различной градостроительной ценности. Границы зон определяются в соответствии с экономической оценкой территории и генеральным планом города. В соответствии со СНиП2.07.01–89* (прил. 4, табл. 1 и 2) вся городская территория поделена на 3 части – зоны различной степени градостроительной ценности территории – центральная (высокая), средняя (средняя) и периферийная (низкая). Коэффициенты комплексной градостроительной оценки территории (с учетом которых начисляются и ставки земельного налога) по указанным зонам города в среднем составляют: центральная –1,67, средняя –1,16 и периферийная –0,65 или в относительных величинах соответственно –1,00; 0,70; 0,40. Подобная дифференциация градостроительной и экономической ценности городской территории позволяет сделать выводы:

– в центральной зоне города с наиболее ценными (в указанных направлениях) земельными ресурсами предпочтительно устройство многоэтажных наземных, подземных или смешанных видов парковок, что позволяет существенно сократить расход городской территории под застройку и санитарно-защитные зоны гаражей;

– в периферийной зоне города с наименее ценными земельными ресурсами возможно строительство большего количества автомобильных стоянок открытого типа.

– для жилых микрорайонов предпочтительная (средняя) этажность надземных парковок должна составлять: для центральной части города – 10–15 этажей, для средней

части– 5–7 этажей, для периферийной– 2–3 этажа;

– для общественных центров жилых и планировочных районов рекомендуемая высота автомобильных парковок (как и жилых, так и общественных зданий) должна составлять: для центральной зоны города– 5–6 этажей, для средней– 3–5 этажей и для периферийной– 2–3 этажа . Указанные рекомендации соотносятся с общей этажностью жилой застройки, обеспечением инсоляционного и ветрового режима территории. Естественно, в отдельных случаях при учете реальных факторов (рельеф местности, естественные преграды, транспортных магистрали и пр.) указанная этажность парковок может быть скорректирована.

В работе рассмотрены основные особенности различных типов парковок и стоянок легковых автомобилей в крупных городах. Наглядно показана необходимость учета не только транспортных особенностей крупных городов, но и градостроительных, экономических и экологических характеристик различных территорий города. Предложены закономерности между основными показателями парковок автомобильного транспорта.

Библиографический список:

1. СНиП2.07.01–89*. Градостроительство.

Планировка и застройка городских и сельских поселений/ Госстрой России.– М.: ГУП ЦПП, 2000. –58 с.

2. Конторович, И.Я. Рациональное использование территории городов/ И.Я. Конторович, А.Б. Ривкин. – М.: Стройиздат, 1986. –172 с.

**Богданов Сергей Леонидович, Давиденко Тарас Андреевич,
Елфимов Даниил Борисович**
Sergey L. Bogdanov, Taras A. Davidenko, Daniil B. Elfimov
Магистры кафедры биотехнических систем
Санкт-Петербургского электротехнического университета. E-mail: ser.bgd@mail.ru

Туманова Ульяна Сергеевна
Ulyana S. Tumanova
Бакалавр кафедры биотехнических систем Санкт-Петербургского электротехнического
университета

УДК 612

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВА РАСПОЗНОВАНИЯ БЫСТРОЙ ФАЗЫ СНА

Аннотация.

В данной статье были рассмотрены основные понятия, связанные со сном, его стадиями и возможностями их определения. Выявлены достоинства и недостатки существующих приборов и на основании этого поставлена задача разработки устройства, которое будет удобно в использовании для большинства людей и способное регистрировать данные во время сна.

Ключевые слова: фаза быстрого сна, вариабельность сердечного ритма, спектральный анализ ВСР, электроэнцефалограмма. .

Key words: rem sleep, cardiac variability, spectral analysis, electroencephalogram

Актуальность работы. Множество физиологических экспериментов показали, что REM-фаза (фаза быстрого движения глаз) является самой благоприятной для пробуждения человека. Однако, как правило, подавляющее большинство людей просыпаются либо, при помощи будильника, установленного на определенное время, либо из-за воздействия других - случайных факторов, и это не означает, что человеческое пробуждение совпадает с благоприятной для этого фазой сна. Поэтому, для того чтобы обеспечить наиболее комфортные условия человеческой жизни стоит актуальная задача разработать простое, малогабаритное, не создающее неудобства при ночном использовании, техническое средство для определения благоприятной для пробуждения фазы сна.

Планируется разработка устройства для детектирования ФБС с помощью ночной маски, в которую встроены два блока датчиков. Целью изобретения является создание условий для ежедневного естественного пробуждения человека в наиболее оптимальную для психоэмоционального состояния фиксированную фазу сна в соответствии с заранее установленным временем. Время устанавливает пользователь, а устройство подбирает наиболее близкий к установленному времени момент для пробуждения, чтобы он соответствовал быстрой фазе сна.

Пробуждение в конкретную фазу сна необходимо для максимального снижения психоэмоционального напряжения, профилактики невротических психосоматических заболеваний, повышения интеллектуальной и физической работоспособности, улучшения настроения, восприятия памяти и в конечном счете общего сохранения здоровья. В устройство будет встроено два регистрирующих блока. Первый блок будет регистрировать движения глаза, а второй блок будет отслеживать пульсовую волну.

Помимо упомянутого блока в состав прибора входит блок регистрации глаза, микроконтроллер, обрабатывающий данные, аккумулятор, блок воздействия (пробуждения)

и карта памяти для регистрации данных в течение всего ночного периода. Устройство выполняется в виде маски для сна.

Объектом исследования является биотехническая система, предназначенная для обнаружения быстрой фазы сна.

Предметом исследования является метод обнаружения быстрой фазы сна.

Научная и практическая ценность разрабатываемого блока заключаются в возможности его использования в составе систем, работающих с данными о текущей стадии сна человека.

Пребывание человека во сне является неотъемлемой частью его существования, поэтому расстройства сна всегда отражаются на всех сферах деятельности человека — физической и социальной активности, а также познавательной деятельности и других сфер. Как известно, сон занимает более трети времени человеческой жизни. Физиологически он неоднороден и имеет характерную структуру. Сон включает в себя различные функциональные состояния - стадии и фазы. Они чередуются в определенной последовательности и образуют циклы сна. Нарушение этих циклов является признаком расстройства сна, способным иметь серьезные негативные последствия для организма, такие, как: снижение работоспособности, утомляемости, нарушения деятельности сердечно-сосудистой и центральной нервной систем.

Сон человека все-таки остается одной из самых загадочных тем физиологии человека. Во-первых, это связано с недостаточным пониманием функций сна. Во-вторых это связано теми процессами, которые протекают во время сна и во многом определяют не только состояние самого сна, но и период бодрствования, а также качество и продолжительность жизни человека. Хотя очень важно отметить, что в данном направлении отмечается определенный сдвиг. Профессор Пигарев И.Н. в свое время, теоретически обосновал, а также провел ряд экспериментов, подтверждающих разработанную им теорию «функционального предназначения сна». Концепция профессора Пигарева И.Н. является фундаментальной основой большинства научно-практических разработок. Она представляет собой обоснованную теорию функционального предназначения сна на современном этапе. Человеческий сон в значительной степени подвержен многочисленным факторам окружающей среды и в связи с бурным техническим развитием цивилизации все больше и больше испытывает «техногенное» давление.

С момента появления искусственной освещенности отмечается прогрессивное снижение продолжительности сна человека, а также смещение его в сторону задержки момента наступления фазы сна. С началом же эры массового использования персональных компьютеров, мобильных устройств и широкого спектра гаджетов сон человека все дальше отдалается от своего естественного протекания.

Как известно, сон — это сложное психофизиологическое состояние, непосредственно определяющее психическую и биологическую активность человека. Несмотря на признание различий в определениях всех функциональных характеристик, а в особенности, нормальной продолжительности сна для человека, большинство авторов единодушны в том, что он является абсолютно необходимой жизненной потребностью человека. Более того, депривация сна является одним из самых мощных триггеров для стимуляции аномальной активности головного мозга. Во сне выявляется максимальная концентрация соматотропного гормона, происходит пополнение количества клеточных белков и рибонуклеиновых кислот, осуществляется оптимизация управления внутренними органами, глубокое мышечное расслабление, переработка информации, полученной в предшествующем бодрствовании, и создается программа поведения на будущее.

1.2 Структура сна здорового человека

Человеческий сон неоднороден и состоит из циклов. Циклы же состоят из фаз сна. Так называемые фазы быстрого (REM) и медленного (NREM) сна. Сон здорового человека представляет собой чередование так называемых фаз «медленного» и «быстрого» сна. Фазу

«быстрого» сна называют также REM-фазой сна или REM-сном (Rapid Eye Movement. Различные фазы сна повторяются в течение сна здорового человека несколько раз (обычно от 4 до 6 раз). На рисунке 1.1 показан типичная очередность и длительность всех стадий ночного сна для здорового человека.

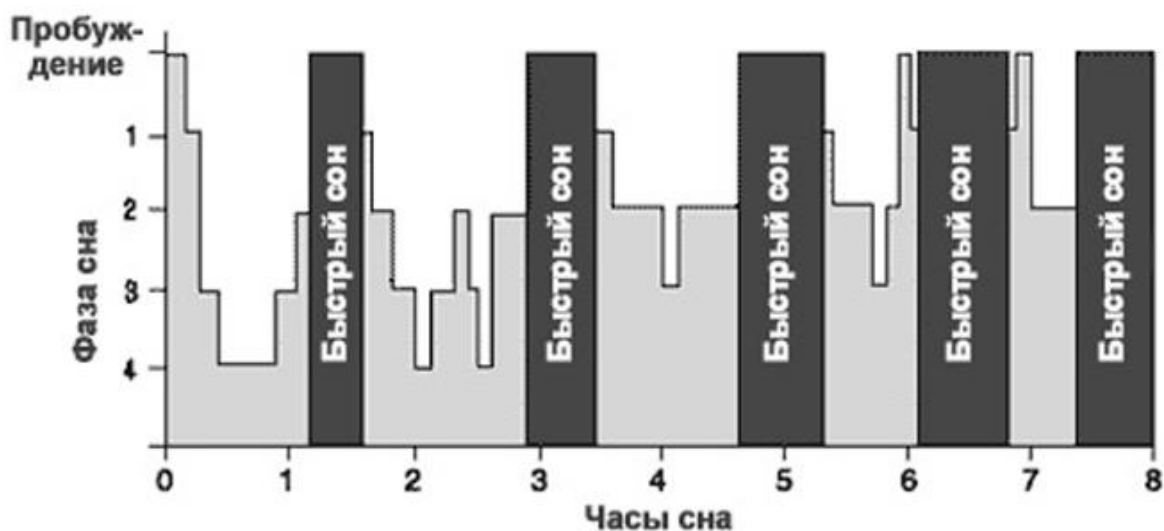


Рисунок 1.1 – Фазы человеческого сна

Если имеют место нарушения циклов сна, то они могут повлечь за собой повышенную утомляемость, психические и эмоциональные расстройства, весьма негативные последствия для нервной и сердечнососудистой системы. В настоящее время для исследования и диагностики сна применяют методы, позволяющие получить большой объем информации о состоянии человека, исследовать структуру и диагностировать заболевания сна. В настоящее время единственным объективным методом регистрации сна как физиологического процесса, а также диагностики различных патологических состояний, возникающих в период ночного сна, является полисомнография (ПСГ) – синхронная запись важнейших показателей жизнедеятельности организма во время сна [10; 22]. На рисунке 1.2. показана ночная регистрация полисомнографии. ПСГ как метод объективного исследования сна, сложилась в современную систему, начиная с описания в 1953 г. фазы сна с быстрыми движениями глаз (REM-сон). С тех пор минимальный сомнологический набор, абсолютно необходимый для оценки стадий и фаз сна, составляют электроэнцефалограмма (ЭЭГ), электроокулограмма (ЭОГ) и электромиограмма (ЭМГ). Одной из таких систем является полисомнография.



Рисунок. 1.2 – Полисомнография

Следует отметить, что ПСГ связана со значительным дискомфортом для

исследуемого. Поэтому она уменьшает информативность и достоверность полученных данных. В связи с этим актуальной проблемой является уменьшение количества датчиков и электродов, прикрепляемых к телу испытуемого. Одной из интересных с научной и практической точки зрения задач является создание устройства для пробуждения человека в оптимальный для психоэмоционального состояния момент. Очевидно, что для решения этой задачи необходимо иметь возможность идентификации ФБС в структуре сна.

Поскольку для бытового применения ПСГ не подходят в силу своей специфичности, то актуальной задачей является распознавание ФБС альтернативными методами. Следующим важным этапом, обеспечившим обогащение знаний по физиологии сна, явилось создание «библии» современной, позволившей в значительной степени унифицировать и стандартизировать методику оценки стадий сна, применяемую по настоящее время. Бурное развитие новой отрасли медицинской науки, которой является сомнология (медицина сна), показало, что для диагностики различных патологических состояний, возникающих во сне, и выбора соответствующей тактики лечения триады «ЭЭГ, ЭОГ и ЭМГ», применяемой для оценки стадий сна, абсолютно недостаточно. Для этого необходима регистрация значительно большего количества параметров, таких как электрокардиограмма (ЭКГ), респираторная активность (ороназальный ток воздуха, дыхательные движения грудной и брюшной стенок), показатель насыщения крови кислородом (SaO₂), положение тела в постели, движения конечностей во сне, часто приходится применять видеомониторирование поведения человека во время сна. Все богатство современной полисомнографии уже невозможно собрать воедино без применения современной техники, поэтому разработано значительное количество специальных программ для компьютерной обработки полиграммы сна. Качественная полисомнографическая запись позволяет провести полное и всестороннее изучение всех параметров спящего человека и собственно сна как физиологического процесса. Кроме того, с помощью этого метода можно исследовать влияние как тех или иных заболеваний на сон, так и нарушений сна на различные нозологические формы.

Современное состояние вычислительной техники и микропроцессорных технологий позволяет применять диагностическое оборудование, способное регистрировать и обрабатывать широкий спектр физиологических показателей на протяжённых промежутках времени [25-27]. Это, в свою очередь, предоставляет специалистам возможность детально исследовать жизнедеятельность организма человека в различных состояниях: в процессе выполнения специфической деятельности, при воздействии на организм всевозможных нагрузок, в процессе сна. Результатом таких исследований являются длительные записи физиологических сигналов, которые необходимо обрабатывать – выявлять специфические признаки и осуществлять с их помощью классификацию различных сегментов исходной записи сигналов по определённым критериям. Одной из актуальных и интересных с научной и практической точки зрения задач в этой области является задача распознавания стадий сна и построения гипнограммы.

Систематическое пробуждение в неоптимальную фазу сна может стать причиной невротических расстройств и прочих нарушений. Для решения этой задачи необходимо иметь возможность идентификации ФБС в структуре сна. Поскольку для бытового применения ПСГ не подходят в силу своей специфичности, то актуальной задачей является распознавание ФБС альтернативными методами.

1.3 Способы детектирования фазы сна

Первые попытки регистрации физиологических показателей с помощью примитивного оборудования были предприняты более 100 лет назад. С тех пор в этой области был выработан ряд стандартов и договорённостей. В частности, в 1968 г. вышел в свет и был принят в качестве стандарта справочник Rechtschaffen & Kales (R&K). В нём подробно описывались стадии сна и характерные признаки каждой из них. Было предложено разбить сон на пять стадий: стадии с медленным движением глаз (:I, II, III, IV)

и стадию быстрого движения глаз (БДГ). В процессе исследования сна регистрируется широкий набор различных по своей природе физиологических показателей:

- электрокулограмма (ЭОГ) – движение глазных яблок в двух отведениях относительно контрлатеральных референтов;
- электромиограмма (ЭМГ) – тонус мышц;
- электроэнцефалограмма (ЭЭГ) – электрическая активность мозга;
- электрокардиограмма (ЭКГ);
- кожно-гальваническая реакция (КГР);
- кровяное давление и другие показатели.
- параметры дыхания. Регистрируются датчиком, установленным на специальном поясе в области груди или живота, либо датчиком потока дыхания;
- храп. Регистрируется с помощью специального микрофона;
- изменение содержания кислорода в крови (SpO2).

Обязательными сигналами для построения гипнограммы являются первые три показателя: ЭЭГ, ЭОГ и ЭМГ. Остальные показатели являются вспомогательными и в ряде случаев могут повысить надежность выявления стадий сна или достоверность диагностики тех или иных заболеваний. Для исследования стадий сна вся запись сигналов разбивается на интервалы фиксированной длины, называемые эпохами. Используемая в экспериментах длина эпохи – 30 секунд. Процесс исследования многочасовой. На рисунке 1.3 приведен полисомнографических данных.

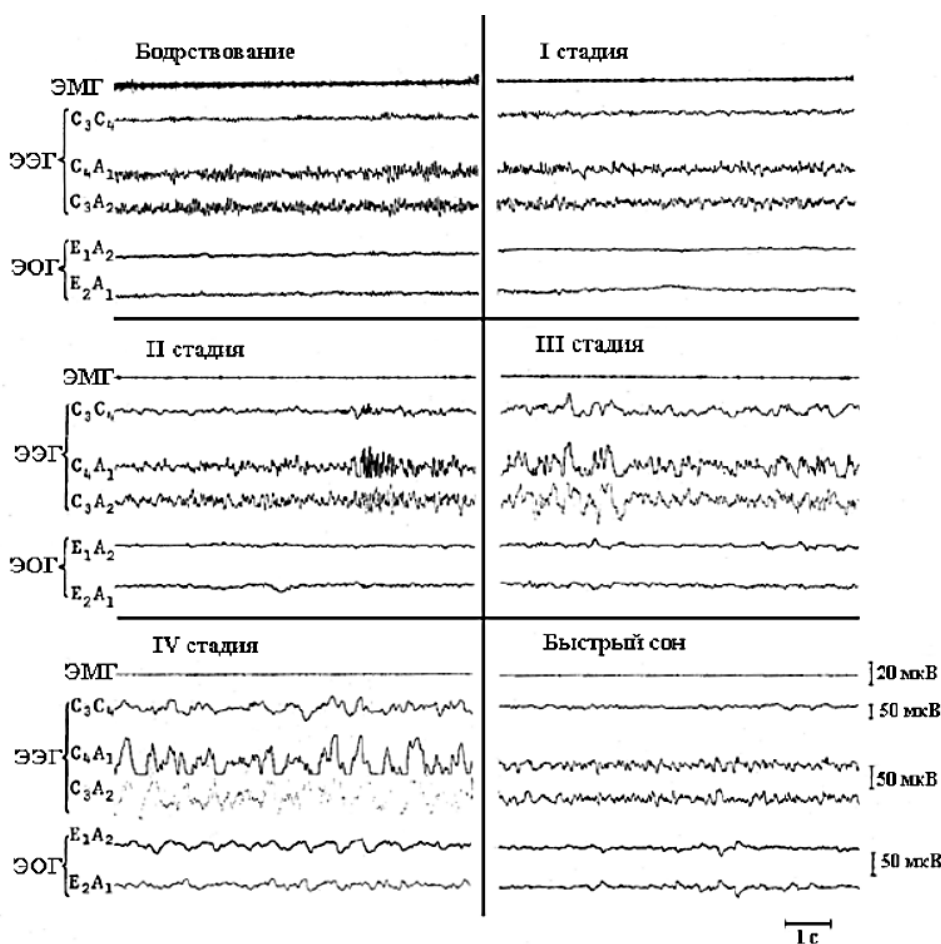


Рисунок. 1.3 – ЭКГ, ЭМГ, ЭОГ

В настоящее время задача распознавания стадий сна и автоматизированного построения гипнограммы с разным успехом решалась многими исследователями. Основная сложность этой задачи состоит в том, что стандарт R&K был выработан и сформулирован в

виде рекомендаций для врачей-клиницистов, использующих визуальный анализ сигналов и оперирующих словесными, плохо поддающимися численной и формализованной оценке, характеристиками. Кроме того, сигналы, которые необходимо обрабатывать, и образы, которые надо распознавать, подвержены влиянию большого числа посторонних возмущающих воздействий (артефактов) и изменяются в зависимости от индивидуальных особенностей пациентов, таких, как возраст, образ жизни, различные заболевания, реакция на влияние окружающей среды. В связи с вышесказанным можно оценить задачу разработки и реализации предлагаемого алгоритма как актуальную и требующую для её решения применения новых, неординарных методов обработки данных и технологий программирования.

Как известно, сон имеет огромное значение в жизнедеятельности и здоровья человека. С ним связано общее психоэмоциональное состояние человека, интеллектуальная и физическая деятельность, восстановление физических сил, работоспособности, снятие утомления. Во время сна происходит избирательный отбор информации и формирование долговременной памяти. Во сне эмоциональные зоны мозга освобождаются от избыточных эмоциональных возбуждений, накопившихся в течение бодрствования, происходит эмоциональная релаксация. Сон влияет на вегетативные функции, снижает уровень метаболических процессов в организме. Во время сна в мозге происходит выработка биологически активных веществ эндогенных пептидов, гормонов (например, пролактина), от которых зависит психоэмоциональное состояние, биологическая регуляция жизненно-важных функций, и уровень которых снижается при бодрствовании. По своей электроэнцефалографической структуре сон неоднороден. Во время ночного сна регистрируются 5 стадий, которые периодически повторяются и имеют свою физиологическую специфику 1-я дремота или стадия засыпания, 2-я стадия неглубокого, медленного сна, 3-я и 4-я стадии дельта-сна, 5-я стадия «быстрый сон» или «парадоксальная стадия сна». В настоящее время детально изучены фазы сна и описаны различные нарушения ЭЭГ структуры сна при психоневротических и других заболеваниях. Сон является антистрессорным фактором и вместе с тем психоэмоциональное напряжение стресс вызывают в числе невротических расстройств нарушения сна и его структуры. Важнейшим компонентом в цикле сон-бодрствование является пробуждение. Этот процесс сопряжен с резким изменением функции мозга и всего организма. У многих людей состояние пробуждения вызывает психоэмоциональное напряжение и сопровождается подавленным настроением, головной болью, слабостью и т.д. Следует отметить, что ПСГ связана со значительным дискомфортом для исследуемого и, как следствие, уменьшает информативность и достоверность полученных данных. В связи с этим актуальной проблемой является уменьшение количества датчиков и электродов, прикрепляемых к телу испытуемого.

Достижения в плане автоматизации процессов распознавания фаз человеческого сна дают возможность сделать вывод о том, что новый метод должен обладать следующими характеристиками:

- довольно высокой достоверностью построения гипнограммы
- минимальными требованиями к ресурсам вычисления и, возможностью функционирования в реальном времени (сейчас рядом исследовательских групп активно разрабатываются автономные приборы мониторинга сна);
- самостоятельная адаптация алгоритма под множество различных классификаций фаз человеческого сна, а также правила построения гипнограмм;
- обладать применимостью алгоритма к данным различных групп пациентов (физиологические паттерны сна у различных возрастных категорий испытуемых могут существенно отличаться.)
- Решение задачи распознавания стадий сна можно разделить на следующие составляющие:

- обработка первичных данных, регистрируемых многофункциональной диагностической системой, и расчет вторичных показателей (индексов выраженности ритмов, признаков наличия информативных графоэлементов – БДГ, сонных веретён и К-комплексов);

- статистическая обработка полученных данных
- определение базовых свойств распределения каждого из вторичных показателей для каждой из фаз человеческого сна;

- выполнение для каждой эпохи исследования оценки того, насколько её набор вторичных показателей близок к признакам каждой из известных стадий сна, и выбор наиболее близкой фазы человеческого сна;

- верификация гипнограммы, проверка её на соответствие заданным правилам.

Расчет индексов вторичных показателей осуществляется с помощью спектрального и периодометрического анализа.

1.4 Исследования

Медицинскими исследованиями установлено, что различные фазы сна достаточно уверенно определяются путем регистрации различных биоэлектрических сигналов, например, по электроэнцефалограмме, отражающей биоэлектрическую активность мозга, электромиограмме, отражающей мышечную активность, или электроокулограмме, характеризующей изменения биопотенциалов во время движения глаз. Однако указанные методы применимы в условиях медицинских учреждений со специально подготовленным персоналом и не могут быть использованы в обычных условиях жизни человека. Кроме того, на сон влияют многочисленные факторы внутреннего и внешнего характера, и даже у одного человека течение сна может проходить по-разному. Поэтому благоприятная для пробуждения фаза сна должна определяться для конкретного человека с учетом его текущего психофизиологического состояния и условий сна. Известны различные способы и устройства, предназначенные для пробуждения человека во время благоприятной для этого фазы сна, которые основаны на текущих измерениях физиологических параметров спящего человека.

Психологические наблюдения показывают, что самостоятельно проснувшись рано утром, человек испытывает хорошее самочувствие и настроение, но если он заснул вновь и проснулся через несколько часов в результате уже внешнего сигнала, то он может испытывать усталость, вялость, подавленное настроение и т. д. Это же подчеркивает житейский общечеловеческий опыт, когда мы говорим: «встал не с той ноги». Поэтому, если невозможно исключить из жизни фиксированное, насильственное пробуждение, то по крайней мере, необходимо обеспечить пробуждение в оптимальную для психофизиологического состояния человека фазу сна. Ни один из известных в настоящее время способов и устройств эту задачу не решают.

В повседневной жизни обычным способом фиксированного пробуждения является использование часов («будильника») с предварительной установкой назначенного времени для подачи пробуждающего звукового сигнала. Однако совершенно очевидно, что фиксированная во времени подача пробуждающего сигнала может попадать в разные фазы сна, а значит при внешнем насильственном пробуждении человек может проснуться в неоптимальную для его психофизиологического состояния и здоровья фазу сна. В утреннем пробуждении после ночного сна отсутствует какая-либо связь с физиологическими стадиями сна.

Разработка способа и устройства для ежедневного естественного пробуждения человека в оптимальную для психофизиологического состояния в соответствии с заранее установленным временем – это задача стоит перед наукой уже долгое время.

Существует разработка, способ которой основан на регистрации электроэнцефалограммы и выявлении определенной фазы сна, которую индивидуально подбирают и устанавливают и с которой синхронизировано включение звукового сигнала в

заданный определенный интервал времени, фиксированного для включения пробуждающего сигнала. Изобретение может быть использовано для создания оптимального психоэмоционального состояния, организации здорового образа жизни, поддержания работоспособности и профилактики невротических и психосоматических расстройств. Предназначен для широкого практического использования. Подобное изобретение относится к бытовой медицинской технике. Оно может быть использовано для создания оптимального психоэмоционального состояния, организации здорового образа жизни, поддержания работоспособности и профилактики невротических и психосоматических расстройств. Однако, подобное изобретение будет наносить определенный дискомфорт для спящего, ведь регистрация электроэнцефалограммы требует подключение электродов к голове. Очевидно, что при внешнем насильственном пробуждении при помощи будильника или других лиц не может быть учтена оптимальная фаза сна и сон может внезапно прерваться в неподходящий момент. Вместе с тем от того, в какой именно фазе сна проснется человек, может существенно зависеть его психоэмоциональное состояние, настроение, работоспособность в течение дня, устойчивость к стрессу.

Анализ указанных известных технических решений показывает, что они либо не обеспечивают достаточную надежность определения начала и окончания REM-фазы сна, либо создают осуществленные неудобства спящему человеку за счет значительного числа закрепленных на нем датчиков.

Одной из интересных с научной и практической точки зрения задач является создание устройства для пробуждения человека в оптимальный для психоэмоционального состояния момент, которое не будет создавать дискомфорт во время сна.

Выводы. В данной статье были рассмотрены основные понятия, связанные со сном, его стадиями и возможностями их определения. Выявлены достоинства и недостатки существующих приборов и на основании этого поставлена задача разработки устройства, которое будет удобно в использовании для большинства людей и способное регистрировать данные во время сна.

Библиографический список:

1. Захаров, Е.С., *Автоматизированное распознавание стадий сна*. 2008.
2. Helen J. Burgess, J.T., Young Kim, and David Luke and U.o.M. Department of Psychology, Parkville, Victoria 3052, Australia, *Sleep and circadian influences on cardiac autonomic nervous system activity*. 1997.
3. Ковальзон В.М., Д.В.Б., *Цикл Бодрствование-сон и биоритмы человека при различных режимах чередования светлого и темного периода*. 1999.
4. Грубов В.В., А.А.О., Ситникова Е.Ю., and А.Е.Х. Короновский А.А., *Вейвлетный анализ сонных веретен на ЭЭГ и разработка метода их автоматизированной диагностики*. 2011.
5. Эмилио Ваноли , Ф.Б.А., . Ба-Лин , Джан Д. Пина ,Ральф Lazzara , Уильям С. Орр, *Вариабельности сердечного ритма при выполнении определенных стадий сна* 1995.
6. Дерк-Ян Дейк, Т.Л.S., Жанна Ф. Даффи,Джозеф М. Ронда,Чарльз А. Czeisler, *Изменение электроэнцефалографического активности в течение не-быстрого движения глаз и быстрого сна движения глаз с фазы циркадного ритма мелатонина в организме человека*. 1997.
7. Плотников А.В., Кандидатская диссертация - *Цифровой монитор для суточной регистрации ЭКГ*. 2000.
8. Артюхова, М.Г., *Нарушение сна у кардиологических больных ФГУ «ГНЦ социальной и судебной психиатрии им. В.П. Сербского*, Москва 2010.
9. Калинин, А.Л., *Сон человека — загадка для современной науки* 2013.

Соболев Никита Владимирович
магистрант Петрозаводского государственного университета
E-mail: sobol-94@mail.ru

Тихомиров Александр Андреевич
Доцент Петрозаводского государственного университета

УДК 621.311

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОМПЕНСАТОР РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Аннотация

Разработан и создан экспериментальный макет компенсатора реактивной мощности основанного на электромеханическом взаимодействии. Проведены экспериментальные испытания. Получено экспериментальное подтверждение правильности теоретических предположений о возможности использования электромеханического эффекта для компенсации реактивной мощности.

Введение

Электромеханический компенсатор реактивной мощности состоит из железных сердечников, которые расположены в ряд таким образом, что между ними помещены электромагниты, каждый сердечник имеет секционную обмотку, намотанную посередине сердечника. электромагниты подключаются в сеть последовательно. Секционная обмотка подключена параллельно к электрической сети через автотрансформатор и выпрямитель, что позволяет получить эффективную мощность в соответствии с выражением [1]:

$$C = \frac{m}{4B^2 n^2 L^2} \quad (1)$$

, где B - индукция магнитного поля, L - длина витка, m – масса электромагнитов, n – общее число сетевых витков в пазах.

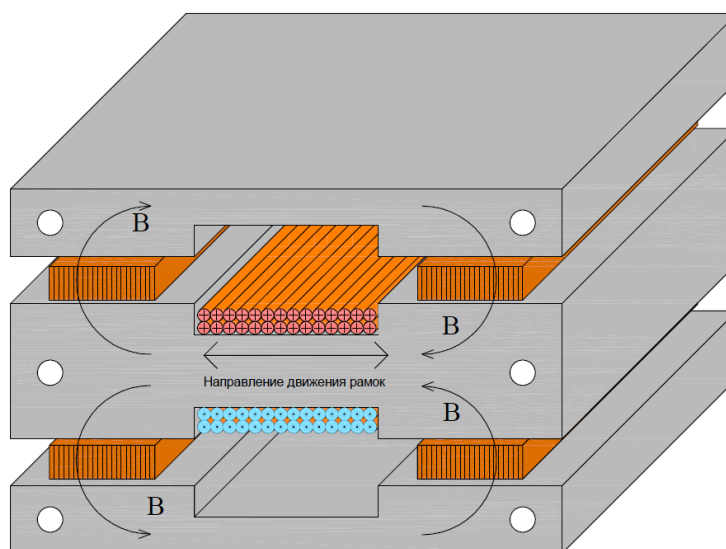


Рисунок 1 - Электромеханический компенсатор реактивной мощности.

Благодаря такому строению компенсатора, возможно, повысить КПД электроснабжения, уменьшить габариты по сравнению с существующими аналогами, и также, при замене автотрансформатора на логический контроллер есть возможность подключать несколько секций одного компенсатора, в зависимости от того, какую

реактивную мощность в сети необходимо скомпенсировать.

Основная часть

На собранном прототипе была проведена серия экспериментов, в которых задавалось значение тока на секционной обмотке, и изменялось напряжение на обмотках электромагнита, при этом регистрировали на экране осциллографа сдвиг фаз между током и напряжением на рамках. Параметры опытного образца компенсатора реактивной мощности на электромеханическом эффекте:

- Ширина 0,25м
- Длина 0,3м
- Высота 0,35м
- Ширина зазора между секциями 0,007м
- Секционная обмотка - 156 витков $R=0.49\text{Ом}$
- Рамка 10 витков, $R=0.0.31\text{Ом}$, $L=158\text{мкГн}$, сечение 1,5x2,6 мм

Схема экспериментальных измерений показана рисунке 2.

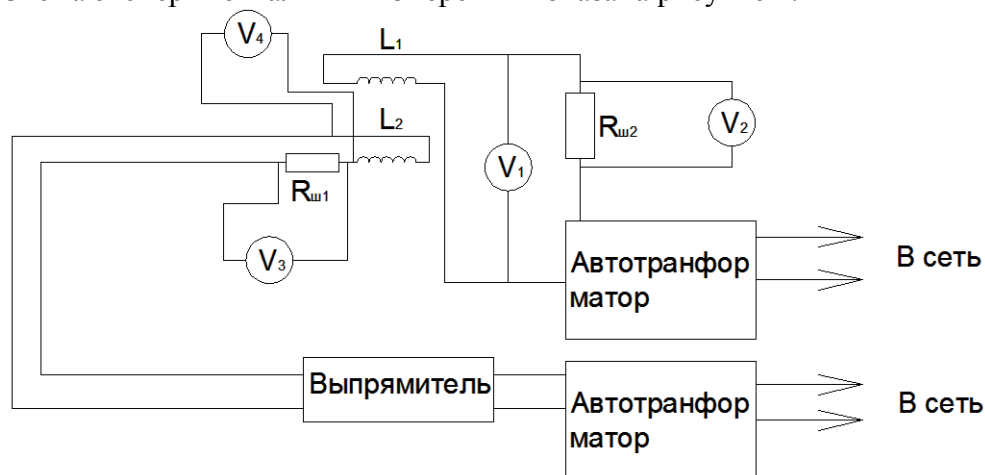


Рисунок 2 - Схема эксперимента по испытанию компенсатора реактивной мощности на основе электромеханического эффекта

L_1 – рамка компенсатора, ток на ней регулируется автотрансформатором. Вольтметр V_1 измеряет напряжение на рамке, вольтметр V_2 измеряет падение напряжения на шунте $R_{ш2}$, для последующего расчета тока, протекающего по рамке. L_2 – обмотка постоянного электромагнита, подключенного к выпрямителю и автотрансформатору. Вольтметр V_4 измеряет напряжение на обмотке, вольтметр V_3 измеряет падение напряжения на шунте $R_{ш1}$, для последующего расчета тока, протекающего по обмотке.

На рисунке 2 представлена зависимость эффективной емкости компенсатора реактивной мощности на основе электромеханического эффекта от тока намагничивания.

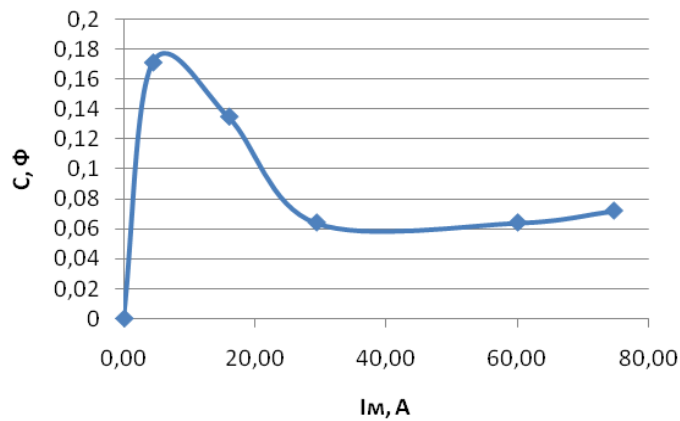


Рисунок 2 - Зависимость эффективной емкости от тока на постоянном магните.

Из представленной на рисунке 2 зависимости следует максимальное значение эффективной емкости, которое составило 0.18 Ф. Причем после достижения максимального значения эффективная емкость начинает быстро падать достигая устойчивого значения при дальнейшем увеличении тока намагничивания. При увеличении тока подмагничивания происходит увеличение выдаваемой реактивной мощности в сеть, до определенного значения обусловленного насыщением сердечника компенсатора реактивной мощности.

Заключение

В результате данной работы была собрана опытная модель компенсатора реактивной мощности, на которой провели серию экспериментов, в ходе которой подтвердили наличие электромеханического эффекта компенсации реактивной мощности, за счет создания эффективной емкости. Наблюдалось уменьшение отставания тока от напряжения, т.е. уменьшение угла φ , а затем и опережение током напряжения, что свидетельствует о том, что данный прототип успешно скомпенсировал свою собственную индуктивность, и затем начал выдавать емкостную реактивную мощность в сеть. Соответственно данное устройство и созданные на его основе рабочие образцы можно использовать для компенсации в сети.

Работа выполнена в рамках программы стратегического развития ПетрГУ 2012-2016 г.

Библиографический список:

1. Сысун В. И., Тихомиров А. А. Поступательный электромеханический компенсатор реактивной мощности // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – №. 8-1 (15).

Научное издание

Коллектив авторов

Сборник материалов IV Международной научной конференции «Техноконгресс»

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2016