

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ "GLOBUS"
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
СБОРНИК НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ**

**XXXXI МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ - ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»**

(19 марта 2019г.)

г. Санкт-Петербург- 2019

© Научный журнал "Globus"

УДК 620
ББК 03

Сборник публикаций научного журнала "Globus" по материалам XXXXI международной научно-практической конференции: «Технические науки - от теории к практике» г. Санкт-Петербурга: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – С-П. : Научный журнал "Globus", 2019. – 40с.

Тираж – 300 экз.

УДК 620
ББК 03

Издательство не несет ответственности за материалы, опубликованные в сборнике. Все материалы поданы в авторской редакции и отображают персональную позицию участника конференции.

Контактная информация организационного комитета конференции:

Научный журнал "Globus"

Электронная почта: info@globus-science.org.ua

Официальный сайт: www.globus-science.ru

СОДЕРЖАНИЕ
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И
УПРАВЛЕНИЕ

Русакова З.Н.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАБЛОНА C++ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ В ГРАФАХ..... 4

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Пайзуллаханов М.С., Шерматов Ж.З.
ФЕРРИТЫ $BaFe_{12}O_{19}$ и $Sr Fe_{12}O_{19}$ СИНТЕЗИРОВАННЫЕ НА
СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ 11

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Жанабай Н.Ж., Утелбаева А.Б., Салимов Ф.Р.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ГАЗОПРОВОДОВ И НЕФТЕПРОВОДОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В
СЛУЧАЕ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЫРЬЯ... 15

Разин С.Н., Маклакова С.Н., Молодкина О.А., Евсеева Т.М.
О МЕТОДИКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ СЖАТИИ В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОЙ
ДЕФОРМАЦИИ 18

Серобян В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТОЧЕЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ СРЕДНИХ ГОРОДОВ..... 28

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Аль Баирмани Али Г.
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РЕСПУБЛИКИ 31

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Аль Баирмани Али Г.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ И
РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ 36

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАБЛОНА C++ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ В ГРАФАХ.

Русакова Зинаида Николаевна

*с.н.с., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Г. Москва*

В работе рассматривается проектирование обобщенного компонента класса C++, осуществляющего построение деревьев решения в поисковых алгоритмах в графах, позволяющего создавать шаблонные коды. В языке C++ обобщенное программирование поддерживается с помощью шаблонов. В шаблонах используются параметризованные типы как параметры, которые передаются в качестве аргументов. Определение шаблонного класса предваряется кодом `template < class T >`, который сообщает, что определяется шаблон, `< class T >` - спецификатор типа для переменных, получающих тип как значение. Спецификаторы типов заменяются реальными типами при реализации класса.

На основе обобщенных классов C++ разработан параметризованный класс `Poisk_graf`, предназначенный для решения задач обработки графов. В методах класса осуществляется решение поисковых задач и формирование деревьев решения графах. В разработанном шаблоне класса `Poisk_graf` используются три спецификатора типа: `template < class T , class Tr , class Tv > class Poisk_graf`.

Параметры шаблона передаются как параметры класса и заменяются реальными типами, которые определяются используемыми алгоритмами решения и математическими моделями.

Проектирование шаблона выполняется следующей постановке задачи. Рассматриваются взвешенные конечные графом без циклов и петель, ориентированные в одном направлении. В качестве формальной модели описания графа используется представление графа списком ребер.

Для описания ребер графа используются следующие основные параметры:

номера узлов, инцидентных ребру; метка ребра, соответствующая включению ребра в дерево решения, вес ребра - величина, определяющая его различные физические параметры: расстояние, время, стоимости, штрафы, которая должна быть минимизирована.

Ребро графа описывается классом, полями которого объявляются начальная и конечные вершины - `int firstNum, lastNum`, вес ребра, метка ребра, которая изначально равна 0, при включении ребра в дерево решения

метка устанавливается в 1. В конструктор класса передаются параметры для инициализации.

```
class Rebro {
public:
    int firstNum, lastNum, ves, metka;
    Rebro(){}
    Rebro(int fn, int ln, int vs):firstNum(fn), lastNum(ln), ves(vs), metka(0){}
    void print(){ cout << "nodes " << firstNum << " " << lastNum ;    }
};
```

Классические методы, лежащие в основе многочисленных алгоритмов обработки графов, методы поиска в ширину и в глубину. Эти методы описывают семейство алгоритмов поиска, которые обеспечивают посещение всех вершин и ребер связного графа. На базе этих методов создаются их модификации, такие как обобщенные алгоритмы и “жадные” алгоритмы.

При решении задач поиска в графах вводится понятие открытых и закрытых вершин или белые и черные вершины. При открытии вершины она становится серой. Вершина – открытая, пока не порождены ее потомки. Эти вершины составляют фронт вершин, являющихся потомками вершины раскрытия. Вершина – закрытая, если в процессе поиска порождены все ее потомки.

Вершины графа изначально раскрашиваются одинаково - все вершины белые. Если в процессе просмотра списка графа для определения потомков вершины открывается белая вершина, она становится серой. Вершина становится черной, когда порождены все потомки

Эти вершины хранятся и обрабатываются в двух списках поиска: список открытых вершин и список закрытых вершин. Вершины графа в процессе поиска из списка открытых или белых вершин переписываются в список закрытых или черных. Этот список закрытых вершин содержит в себе дерево решения задачи, из которого определяются оптимальные пути и деревья покрытия.

Методы поиска в ширину и в глубину отличаются стратегией формирования списков закрытых и открытых вершин. Стратегия метода поиска в ширину: вершина для раскрытия выбирается из головы списка открытых вершин, а потомки записываются в хвост списка открытых. В этом случае моделируется очередь. Стратегия метода поиска в глубину: вершина для раскрытия выбирается из головы списка открытых вершин, но и потомки записываются в голову (механизм стека).

Элементы списков открытых и закрытых вершин определяются классом, где поле целого типа num соответствует номеру выбранной в процессе поиска вершины.

```
class Tnum {
public:
    int num;
```

```

void print(){ cout <<" num " << this->num <<endl; }
Tnum(){ } Tnum(int x){ num=x; } };

```

Для отображения дерева решения используется класс, в котором определяются поля для записи информации об обратном ребре, содержащем поля целого типа, определяющих вершины предка и потомка: `predok`, `potomok`:

```

class Obr_Rebro {
public:
    int predok, potomok;
    Obr_Rebro(){ }
    Rebro(int fn, int ln):firstNum(fn), lastNum(ln) { }
    void print(){ cout << "nodes " << predok << " " << potomok <<endl;}
};

```

Списки открытых и закрытых вершин и список, описывающий граф сети, создаются на основе методов разработанного шаблонного класса `List`, моделирующего двунаправленный список объектов.

В классе `List` определяются адресные поля: указатели на первое и последнее звено и реализованы основные методы обработки списка: добавить в голову, добавить в хвост, взять из головы, взять из хвоста, просмотр списка.

```

template < class T >
class List {
public:
    Elem <T> * first,* last,* cur;
    List<T>() { first=0; last=0; cur=0; }
// прототипы методов
    void add (T temp ); //добавить в хвост
    void add_head ( T temp); //добавить в голову
    void del_xwost() ; //удалить из хвоста
    void del_head ( ); // удалить из головы
    void print_Lst()
    { cur=first; while(cur!=0){ cur->print(); cur=cur->next; } }
};

```

Звено списка описывается шаблонным классом с информационным полем, тип которого передается как параметр и двумя указателя на следующий и предыдущий элемент.

```

template < class T >
class Elem {
public:
    T data;
    Elem * next, * prev;
    Elem( T d ){ data= d; n=0; next=0; prev=0;}
    void print(){ data.print(); }
};

```

Описание шаблона класса моделирования обхода графов.

Полями параметризованного класса моделирования обхода графов объявляются списки открытых и закрытых вершин для реализации базовых методов поиска в ширину и глубину и список ребер, описывающий граф.

```
List <Tr> listOpenNodes;  
List <Tr> listCloseNodes;  
List <T> sreb;
```

Списки открытых и закрытых вершин и список, описывающий граф сети, создаются на основе методов класса шаблонного класса List. Типы звеньев передаются как параметр. Поля целого типа – вершины источника и цели incep, cel, которые используются при проверке связности графа и определения путей. Поля flagys, flagnot - целые переменные, определяющие завершение поиска.

В конструктор класса с параметрами передаются аргументы: список вершин графа, вершина источника и целевая вершина. В конструкторе класса вызываются конструкторы создания списков открытых и закрытых вершин и выполняется их инициализация.

В качестве параметров шаблона используются классы, описывающие звенья списков, представляющие ребра графа, вершины, обратные ребра. Параметры шаблона передаются как параметры класса и при реализации соответствуют вышеописанным классам Rebro, Tnum, Obr_Rebro.

```
template < class T , class Tr, class Tv >  
class Poisk_graf {  
public:  
int flagys, flagnot, incep, cel ;  
List <Tr> listOpenNodes; //список открытых вершин  
List <Tr> listCloseNodes; // список закрытых вершин  
List <T> sreb; список ребер  
Poisk_graf <T, Tr > (){}  
Poisk_graf <T, Tr> ( List <T> p, int inw, int celw){//конструктор  
sreb = p; incep=inw; cel= celw;  
flagys=1, flagnot=1;  
listOpenNodes=List <Tr>();  
listOpenNodes.add(incep);  
listCloseNodes=List <Tr>(); }  
// прототипы базовых методов класса  
int potomki_sh (); //поиск по образцу - очередь  
int potomki_gl (); //поиск по образцу - стек  
int poisk1_gl() ; // построение дерева решения поиск в глубину  
int poisk1_sh () ; // построение дерева решения поиск в ширину  
};
```

В методах класса реализующих поиск поиска в ширину и в глубину формируются списки открытых и закрытых вершин. В основе стратегии

всех методов поиска лежит поиск по образцу, целью которого является порождение всех потомков вершины, выбранной для раскрытия. Эти вершины потомки определяют ребра, по которым можно перейти из вершины раскрытия (предка) в вершину потомка. В алгоритме поиска по образцу из головы списка открытых вершин выбирается вершина раскрытия. Для поиска ребер инцидентных этой вершине в цикле просматривается список ребер графа. Цель просмотра сформировать список всех потомков выбранной вершины, составляющих фронт серых вершин. Эти вершины составляют очередь и записываются в хвост списка открытых вершин.

В задаче поиска по образцу в цикле по списку ребер графа проверяется условие, что вершина раскрытия `listOpenNodes.first->data.num` совпадает с начальной вершиной текущего ребра по адресу `sreb.cur : sreb.cur->data.firstNum` и метка ребра равна 0, т.е. ребро не пройдено и оно может быть включено в дерево решения:

```
listOpenNodes.first->data.num==sreb.cur->data.firstNum
```

Если условия выполняются, то конечная вершина записывается в хвост списка открытых вершин в методе поиска в ширину и записывается в голову в методе поиска в глубину. Эти вершины составляют фронт серых вершин, инцидентные им ребра включаются в дерево решения, при этом метка ребра устанавливается в 1: `listOpenNodes.add(sreb.cur->data.lastNum)`, где `sreb.cur->data.lastNum` потомок вершины раскрытия.

Поиск по образцу реализуется двумя различными методами класса. Один метод формирует очередь в случае поиска в ширину, другой формирует стек при поиске в глубину. Методы возвращают число потомков. Описание метода поиска по образцу для случая формирования очереди: потомки записываются в хвост списка открытых вершин `listOpenNodes`:

```
template < class T , class Tr>
int Poisk_graf <T,Tr>:: potomki_sh (){
int i,j; j=0; //число вершин
sreb.cur=sreb.first; //начальное звено списка ребер
while ( sreb.cur ) { //цикл по ребрам графа
    if( listOpenNodes.first->data.num ==sreb.cur->data.firstNum
        && sreb.cur->data.lastNum ==cel) //проверка цели
    { flagys =0; j++; break; }
    else
    if(listOpenNodes.first->data.num==sreb.cur->data.firstNum &&
sreb.cur->data.metka==0 ) {
        listOpenNodes.add(sreb.cur->data.lastNum);
        j++; }
sreb.cur=sreb.cur->next; // переход к следующему ребру графа
} return j;
}
```


Построение дерева решения по методу поиска в ширину и поиск всех достижимых вершин и всех возможных путей выполняется в методах класса по следующему алгоритму.

Пока список открытых вершин не пуст:

вычисляется число потомков и формируется фронт серых вершин, записанных в хвост списка `j=potomki_sh ()`;

вершина из головы списка открытых вершин удаляется и записывается в голову списка закрытых вершин - черных вершин, у которых порождены все потомки, инцидентная ветвь составляет ребро дерева решения:

```
listCloseNodes.add_head(listOpenNodes.first->data.num);
```

```
listOpenNodes.del_head();
```

Описание метода класса формирования дерева поиска в ширину :

```
template < class T , class Tr>
```

```
int Poisk_graf <T, Tr>::int poisk1_sh_wse_puti() {  
    int i,j,k, n;  
    listCloseNodes.first=0;  
    while ( listOpenNodes.first!=0 && flagys && flagnot){  
j=potomki_sh ();  
listCloseNodes.add_head(listOpenNodes.first->data.num);  
if (!flagys )  
{ listCloseNodes.add_head( cel );  
listCloseNodes.print_List();  
flagys=1; return 1; }  
else  
if ( j==0 && listOpenNodes.first==0 )  
{ flagnot=0; return 0;}  
}  
}
```

В этом методе определяются все возможные пути из начальной вершины в целевую. Оптимальный путь в смысле минимизации какого - либо критерия от веса ребер определяется в этом случае и для отрицательных значений весов. Для определения кратчайшего пути по количеству вершин в поиске по образцу проверяется вхождение потомка в списке открытых вершин: если вершина есть в списке, повторно она не включается.

Формирование деревьев поиска в глубину осуществляется другим методом, в котором используется механизм стека для формирования и обработки серых вершин: пока не обнаружены все вершины, достижимые из исходной идти “вглубь”, пока есть не пройденные исходящие ребра, и возвращаться и искать другой путь, когда таких ребер нет.

Разработанный шаблон класса является базой для решения многочисленных задач обработки графов. В его методах выполняется формирование деревьев поиска, позволяющих определить оптимальные пути в смысле минимизации цены поиска при возможных отрицательных значениях весов

ребер путем выбора из всех возможных путей. В частном случае определяется оптимальный путь в смысле числа вершин.

Список литературы

1. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. Алгоритмы. Построение и Анализ., МЦНМО, Москва, 2000, 960 с.
2. Страуструп Б. Язык программирования C++. СПб.: Бинум, 1999. с. 990 .
3. Русакова З.Н. Динамические структуры данных и вычислительные алгоритмы Visual C++. Санкт-Петербургбург.2014, 272 с.
4. Русакова З.Н. Система моделирования и интеллектуализации задач принятия решений. Инженерный журнал: Наука и инновации #2.14/2013, с.9.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ФЕРРИТЫ $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$ СИНТЕЗИРОВАННЫЕ НА СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ

Пайзуллаханов М.С.,

Шерматов Ж.З.

*Институт Материаловедения НПО «Физика-Солнце» АН РУз
Ташкент*

Проводились экспериментальные исследования по синтезу ферритовых магнитных материалов синтезированных в потоке концентрированного солнечного излучения различной плотности.

Известно, что уширение рентгеновских дифракционных профилей обусловлено малым размером частиц или кристаллитов и высокой степенью их дефектности - кислородных вакансий. Очевидно, если в результате внешних воздействий образуются структурные дефекты - вакансии кислорода, то это приведёт к перестройкам зарядового состояния ионов, чтобы сохранялась электронейтральность решётки.

На рис.1 показаны электронно-микроскопические снимки образцов ферритов бария, синтезированных с использованием концентрированного светового потока (А-типа образцы) и методом твердофазных реакции (В-типа образцы). Масштаб на снимках соответствует $1\text{мм}=200\text{нм}$.

Для образца А-типа наблюдается структура в основном, в виде плотноупакованных кристаллов многогранников разной формы с размерами от 40 до 140 нм.

Для образца В-типа наблюдаются кристаллиты разной формы многогранников, наряду с участками, где видны отдельные кристаллиты, также появляются области с плотной упаковкой кристаллитов с размерами частиц от 100 до 1250 нм. При этом отметим, что они приобретают некоторую ориентацию по оси с.

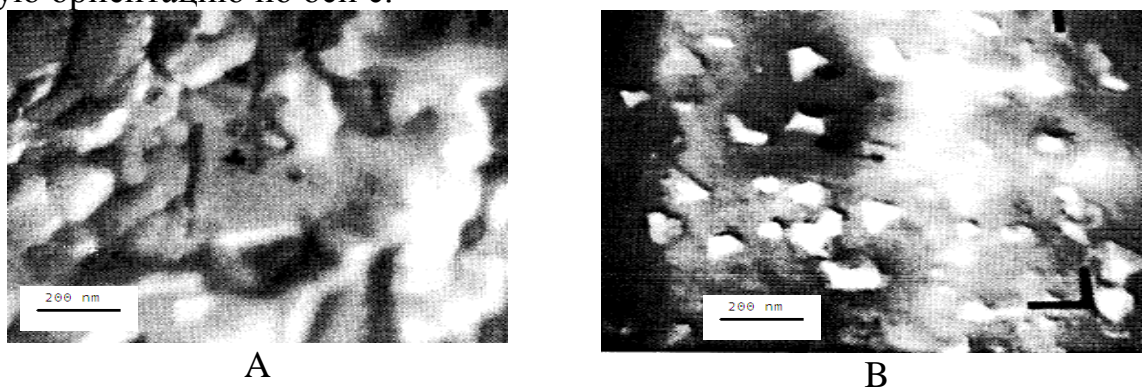


Рис.1. Электронно-микроскопические снимки образцов ферритов бария, синтезированных с использованием концентрированного светового потока (А-типа образцы) и методом твердофазных реакции (В-типа образцы). Увеличение 5000, $1\text{мм}=200\text{нм}$

Анализ полученных результатов показывает, что поликристаллические ферриты бария и стронция представляют собой керамику, в которой имеются хаотически расположенные друг относительно друга отдельные микрокристаллики и прослойки стекловидной фазы. Количество стекловидной фазы в зависимости от степени температуры спекания, и как следствие степени спекания составляет от 1 до несколько десятков процента по весу. При довольно высоких температурах спекания количество стекловидной фазы составляет 1-2 вес.%. Такая микроструктура придает керамике высокую диэлектрическую и механическую прочность.

На рис.2 приведены температурные зависимости сопротивления образцов $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$. Зависимости электрического сопротивления образцов феррита бария обнаруживают пик при температуре $T=120^{\circ}C$. Скачок сопротивления при $120^{\circ}C$ по-видимому связан с сегнетоэлектрическим фазовым переходом, температура Кюри T_c , при котором домены распадаются и сегнетоэлектрик превращается в обычный диэлектрик. В случае $SrFe_{12}O_{19}$ кривая электрического сопротивления не обнаруживает аномалии.

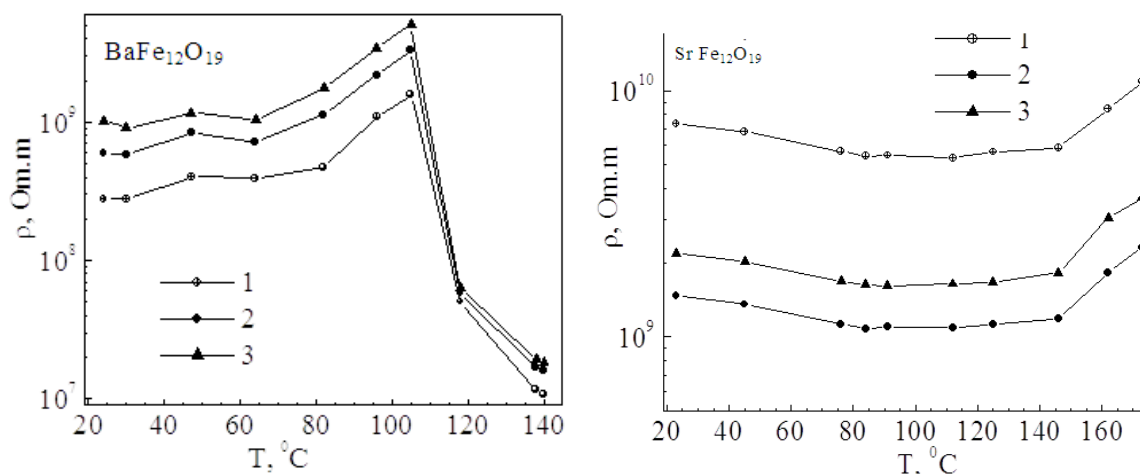


Рис.2. Температурные зависимости сопротивления образцов $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$ при различном постоянном напряжении: 1 - 10 В, 2 - 20 В, 3 - 30 В.

На рис.3 приведены зависимости поляризованности образцов $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$, $(Ba,Sr_{0.1})TiO_3$ и $(Ba,Sr_{0.15})TiO_3$ от напряженности электрического поля.

Поляризация диэлектрика вызывает уменьшение (ослабление) в нем поля, по сравнению с первоначальным внешним полем $P = \epsilon\epsilon_0 E$ где P - поляризуемость образца, ϵ - диэлектрическая проницаемость образца (Диэлектрическая проницаемость среды ϵ показывает, во сколько раз поле ослабляется диэлектриком, внесенным в это поле), ϵ_0 - электрическая постоянная (в системе СИ $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м), E - напряженность электрического поля.

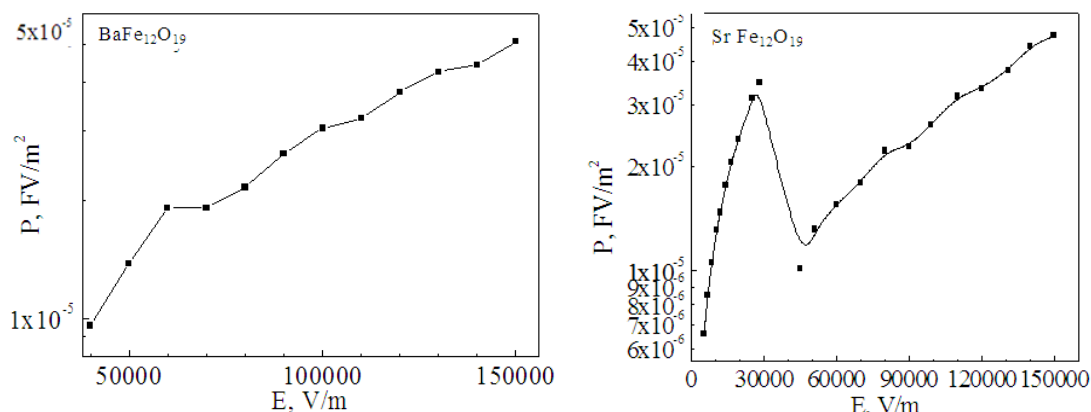


Рис. 3. Зависимость поляризованности образца $BaFe_{12}O_{19}$, $SrFe_{12}O_{19}$ от напряженности электрического поля.

На рис.4 приведены зависимости диэлектрической проницаемости образца $BaFe_{12}O_{19}$, $SrFe_{12}O_{19}$ от напряженности электрического поля.

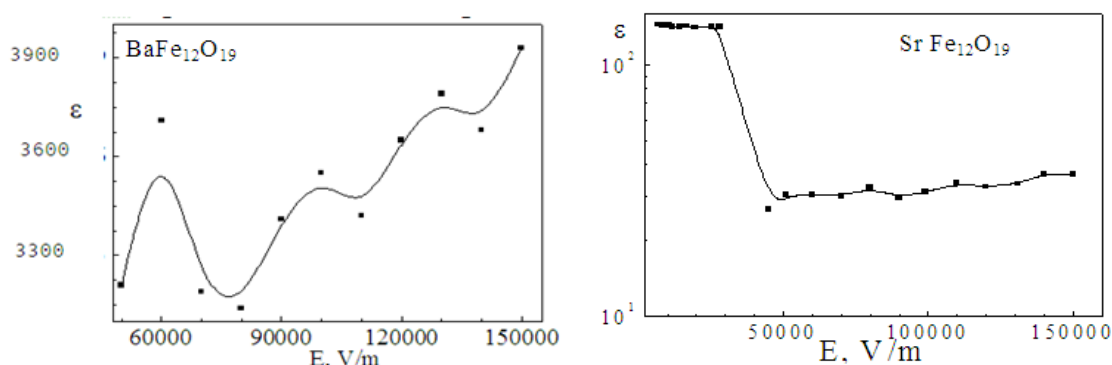


Рис. 4. Зависимость диэлектрической проницаемости образца $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$ от напряженности электрического поля.

Из рис.4 видно, что в случае феррита бария зависимость диэлектрической проницаемости имеет насыщение при значении напряженности электрического поля порядка 60000 V/m. Диэлектрическая проницаемость феррита стронция насыщается при 50000 V/m.

При этом тангенс угла диэлектрических потерь в рамках ошибки измерения $\text{tg}\delta$ составил $\approx 0,031$ (А-типа образцы) и $\approx 0,037$ (Б-типа образцы).

Эксперименты по измерению деформации при изгибе образцов феррита бария проводили на установке FR-100. Выявлено, что разрушение образцов в виде брусков размерами 5x5x10мм начинается при усилиях 66 МПа (А-типа образцы) и 54 МПа (Б-типа образцы), что представляется весьма высокими.

Анализ зависимостей электрического сопротивления, диэлектрической проницаемости и поляризованности образцов ферритов бария с частичным замещением бария на стронций, отношением ионных радиусов $r_{Sr}/r_{Ba}=0.88$, можно заметить, что такое замещение приводит к подавлению сегнетоэлектричества. по мере увеличения количества атомов стронция, за-

мещающих атомов бария, наблюдается деформация тетрагональной решетки и переход ее к кубической модификации [1,2].

Кинетика спекания и соответствующие эффекты усадки в значительной мере определяются скоростями удаления из образца газовой фазы. На первой стадии спекания (активная усадка) при вязком течении число пор резко уменьшается с выходом их на поверхность образца. Скорость уплотнения образца определяется размерами частиц, поверхностным натяжением и вязкостью жидкой фазы. На второй и третьей стадиях основной механизм спекания определяется диффузией газовой фазы в пределах кристаллита и реакциями на границах раздела твердой, жидкой и газовой фаз.

Литература:

1. Кулагин Н.А., Ландарь С.В., Литвинов Л.А., Толоч И.В. // Оптика и спектроскопия. 1981 Т.50 Вып.5 С. 888 - 892.
2. Matsui T. Thermodynamic properties of ternary barium oxides // Thermochimical acta. — 1995. — Vol. 253. — P. 155—165

Институт Материаловедения НПО «Физика-Солнце» АН РУз

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДОВ И НЕФТЕПРОВОДОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В СЛУЧАЕ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЫРЬЯ

Жанабай Н.Ж.,

*кандидат технических наук кафедры
«Промышленное, гражданское и дорожное строительство»*

Утелбаева А.Б.,

доктор химических наук кафедры «Химия»

Салимов Ф.Р.

магистрант кафедры

«Промышленное, гражданское и дорожное строительство»

Южно-Казахстанский Государственный Университет

им. М. Ауэзова

ECONOMIC EFFICIENCY IN THE CONSTRUCTIONS OF LARGE – DIAMETER OF PRESTRESSED PIPELINES GAS PIPELINES AND OIL PIPELINES IN THE CASE OF INCREASED VOLUMES OF TRANSPORTATION

The article presents the formulas for calculating the increase in the volume of transportation of prestressed pipelines. The dependence of efficiency of the pre-stress on the degree of hardening is also presented.

Сегодня Казахстан занимает ключевое место в решении всех важнейших вопросов современной мировой политики нефтегазового сектора. Нефть является символом независимости Казахстана. Благодаря политике, проводимой руководством страны, Казахстан стал одним из наиболее влиятельных государств на евразийском пространстве.

В нефтегазовом секторе проводятся работы над дальнейшим развитием нефтегазового комплекса страны по прогнозированию и выявлению новых перспективных месторождений нефти и газа, ускорению их разведки, разработка и вводы в эксплуатацию.

Достижение устойчивого развития во многом зависит от создания высокоэкономичных, надежных и рентабельных технологий, проектных и конструктивных решений.

В связи с чем исследование направленное на оценку напряженного состояния и разработке инженерного метода расчета в условиях повышения объемов транспортировки сырья, является весьма актуальной технической задачей [1], так как за счет предварительного напряжения можно достигнуть повышения объемов транспортировки сырья, так как увеличи-

ваются запас прочности, что является экономически обоснованной технологией, тем более, что в Казахстане ведется работа по увеличению транзитно – транспортного потенциала, что и относится к данной работе.

Задача сводится к определению эффективности предварительного напряжения в условиях максимального повышения рабочего давления в трубопроводе без изменения (увеличения) толщины ее стенки.

В соответствии с [2], в этом случае оптимальным будет являться случай, когда при достижении стенкой оболочки пластических деформаций ($\varepsilon_{1pc}=0.002$) должно обеспечиваться равенство окружных σ_{1c} и осевых σ_{2c} напряжений, т.е. $k = \frac{\sigma_{2c}}{\sigma_{1c}} = 1$.

Окружное напряжение в стенке оболочки

$$\sigma_{1c} = A_c (0.004)^m \quad (1)$$

напряжение в обмотке

$$\sigma_{1n} = \sigma_{1c} (1 - \mu) + 0.002E \quad (2)$$

приведенная высота обмотки δ_{on}

$$\delta_{on} = 0,5d_o \sqrt{\pi n} \quad (3)$$

давление в предварительно напряженной оболочке

$$P_{СПНТ} = \frac{2\sigma_{1c}\delta_{oc}}{R_0 e^{0.006}} \quad (4)$$

давление в сплошной оболочке с эквивалентной толщиной

$$P_{СТ} = \frac{A \left(\frac{0.004}{1.5} \right)^m 0.75^{\frac{m-1}{2}} \delta_{oc}}{R_0 e^{0.004}} \quad (5)$$

эффективность предварительного напряжения оболочки

$$\varepsilon = \frac{P_{СПНТ}}{P_{СТ}} = 1,996 \cdot 1,5^m \cdot 0.75^{\frac{1-m}{2}} \quad (6)$$

Из полученного выражения следует, что значения эффективности предварительного напряжения зависит только от степени упрочнения материала стенки оболочки m .

Зависимость эффективности предварительного напряжения от степени упрочнения материала стенки m представлена в соответствии с рисунком 1.

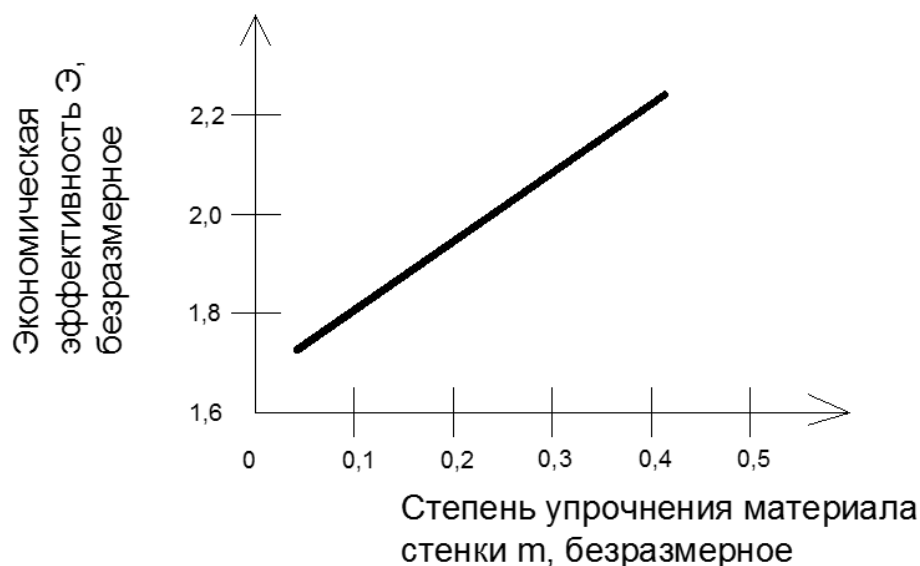


Рисунок 1 – Зависимость эффективности предварительного напряжения от степени упрочнения материала стенки

Анализ графической зависимости показывает, что с увеличением m эффективность предварительного напряжения увеличивается. При $m = 0,265$ достигает двукратного увеличения эффективности, что указывает на возможность повышения давления в оболочке в два раза по сравнению с обычной оболочкой.

Так как параметр m численно равен равномерной пластической деформации ε_{1p} при испытании материала стенки оболочки на осевое растяжение [3], то для сталей, имеющих при испытании на растяжение большую равномерную пластическую деформацию, возможно более значительное повышение внутреннего давления за счет его предварительного напряжения [4].

Литература

1. Жанабай Н.Ж., Утелбаева А.Б., Салимов Ф.Р. Преимущество и экономическое обоснование применения предварительного напряжения при строительстве газо-нефтепроводов большого диаметра// Мультидисциплинарный научный журнал «Архивариус» XXXVIII Международная научно-практическая конференция «Наука в современном мире» 20 января 2019г., г. Киев. С 57-89.
2. Смирнов А.И. Об эффективности бандажирования труб и цилиндрических сосудов // Пробл. прочности. – 1983, №12. – С. 77-79.
3. Аронов Р.И. Испытание сооружений: Учеб. пособ. для вузов. – М.: Высшая школа. –1974. – 1987 с.
4. Жанабай Н.Ж. кандидатская диссертация «Оценка напряженного состояния предварительно напряженной цилиндрической оболочки с учетом конструктивных параметров» - Республика Казахстан 2007г.

УДК 620.666.97

О МЕТОДИКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ СЖАТИИ В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Разин Сергей Николаевич,

*доктор технических наук, профессор,
кафедра сопротивления материалов и графики*

Маклакова Светлана Николаевна,

доцент кафедры строительных конструкций

Молодкина Ольга Александровна,

магистрант 2-го года обучения

Евсеева Татьяна Михайловна

магистрант 2-го года обучения

*ФГБОУ ВПО «Костромская сельскохозяйственная академия»,
г. Кострома*

Аннотация: проведен анализ основных факторов, влияющих на прочностные характеристики бетонов. Существующие методики испытаний имеют ряд неточностей, которые требуют дополнительных объяснений и исследований. Проведенный анализ показывает, что получаемые результаты имеют завышенные значения и полностью не отражают действительной картины прочностных характеристик. Каждый из рассмотренных факторов требует более тщательного изучения и внесения уточнений в методику испытаний.

Ключевые слова: бетонный образец, напряжение, прочность на сжатие, зерновой состав, размеры и формы образцов, трехосное сжатие.

Основные положения методики определения механических характеристик прочности бетонов при испытаниях контрольных образцов изложены в ГОСТ 10180-2012. Однако, как было установлено, некоторые положения указанного стандарта не вполне отражают особенности деформирования бетона в условиях имеющего место режима граничного трения.

В частности, несмотря на то, что необходимо определять механические характеристики бетона при одноосном сжатии, поскольку основные нормативные документы [1-2, 3-14] основаны на расчетах, в которых использованы именно такие значения характеристик, испытания проводят в условиях трехосных смешанных напряженных состояний. Последние же показывают характеристики прочности существенно выше, чем таковые при одноосном сжатии, что в конечном счете приводит к неоправданному завышению нормативных и расчетных сопротивлений бетона, а следовательно, к снижению надежности проектируемых конструкций.

В связи с этим предложенная в стандарте и, естественно, отработанная методика испытаний требует доработки в части получения более объ-

активных экспериментальных результатов, в большей мере отражающих действительные, используемые в расчетах, характеристики прочности.

Известно, что в настоящее время методы определения механических характеристик прочности достаточно хорошо отработаны в части выполнения последовательности (алгоритма) реализации основных положений, включающих в себя:

- объект испытания;
- испытательное оборудование;
- измерительную технику;
- порядок проведения экспериментов;
- обработку полученных результатов.

Поэтому при проведении экспериментов для каждого из перечисленных составляющих алгоритма необходимо установить наиболее существенные особенности и учесть их в процессе испытаний. По этой причине следует рассмотреть и установить основные факторы, оказывающие влияние на результаты экспериментов на каждом этапе исследования. Причем, если в результате выполнения экспериментов будет установлено, что влияние этих факторов сводится к завышению характеристик прочности, то корректировка методики испытаний совершенно необходима.

На прочностные характеристики бетонов влияют несколько факторов, одним из которых является зерновой состав заполнителя.

Жесткий скелет из высокопрочного заполнителя увеличивает прочность бетона, повышает его модуль упругости (т. е. уменьшает деформации конструкций при приложении нагрузки), снижает ползучесть.

Зерновой состав заполнителей решающим образом влияет на получение бетона заданной прочности при минимальном расходе цемента. В бетонной смеси цементное тесто расходуется на обволакивание поверхности зерен и заполнение промежутков (пустот) между ними. В идеальном случае наименьший расход цемента достигается в том случае, когда и удельная поверхность, и пустотность зерен заполнителя стремятся к минимуму.

Удельная поверхность тем меньше, чем больше крупность заполнителя. Соотношение между зернами разных размеров в заполнителе должно быть оптимальным, при котором объем пустот и суммарная поверхность зерен требуют минимального расхода цемента для получения нерасслаиваемой бетонной смеси определенной удобоукладываемости, а бетон - заданной плотности и прочности.

Форма зерен заполнителя влияет на удобоукладываемость бетонных и растворных смесей. Предпочтительны в этом отношении зерна округлой или кубовидной формы. Пластинчатые, удлиненные, так называемые лещадные, зерна заполнителя укладываются в бетоне в строго ориентированном положении, как правило, горизонтальном. Это делает структуру бетона неоднородной, а его свойства — неодинаковыми в разных направ-

лениях. Поэтому содержание зерен лещадной формы ограничивается стандартами.

Шероховатость поверхности зерен заполнителей влияет на свойства бетонной смеси и прочность бетона. Бетонная смесь, изготовленная на заполнителях с гладкой поверхностью, например на гравии, обладает хорошей удобоукладываемостью. Смеси на заполнителях с шероховатой поверхностью, в частности на щебне, укладываются хуже, но бетон приобретает большую прочность, чем бетон на гравии. Это объясняется лучшим сцеплением шероховатого заполнителя с цементным камнем. От плотности заполнителей зависит плотность бетона.

По крупности различают мелкий заполнитель (песок), состоящий из частиц размером 0,16–5 мм, и крупный заполнитель (гравий или щебень), размеры частиц в котором изменяются в пределах от 5 до 70 мм. В некоторых случаях, например при бетонировании массивных конструкций, применяют щебень или гравий с крупностью частиц до 150 мм.

Важнейшая характеристика заполнителя для бетона – прочность. Ее оценивают по пределу прочности исходной горной породы, насыщенной водой. Марки породы по этому показателю находятся в пределах М2-М140. Понятие «марка» означает минимальный предел прочности породы при сжатии, выраженный в МПа. Породы, у которых предел прочности меньше 20 МПа, относятся к слабым разностям. Содержание слабых разностей в щебне ограничивается стандартами. Прочность гравия характеризуют его маркой, определяемой по дробимости путем испытания пробы зерен на сжатие в стальном цилиндре. Чем слабее гравий, тем больше оказывается после такого испытания раздробленных зерен. Их отсеивают сквозь сито с размером отверстий 5 мм и определяют показатель дробимости, который равен относительному содержанию этих зерен в общей массе пробы. Марки гравия по дробимости могут быть от Др8 до Др24. Марка Др8 означает, что после испытания раздробилось не более 8% всей массы гравия. Чем больше число в обозначении марки, тем слабее гравий.

При выборе материалов образцов следует, учитывая значительное по номенклатуре количество классов бетона по прочности на сжатие, руководствоваться, на наш взгляд, наибольшим по объему применения выбранных для испытаний классов. Анализ частоты использования имеющихся классов бетона показывает, что к таковым следует отнести бетоны В15, В20, В25 и В30. Проведя экспертный опрос по 5 предприятиям, производящим строительные элементы, было принято решение по использованию двух классов бетона (В15 и В30), так как, во-первых, этот выбор позволяет охватить интервал применения полученных результатов, а во-вторых, указанные классы бетонов часто используют при изготовлении весьма распространенных строительных элементов (балки, плиты, фермы и т.д.).

Таким образом, в дальнейшем исследованиях подлежит методика определения характеристик прочности на сжатие указанных классов бето-

нов. Отметим также, что выбранные для исследования классы могут иметь различную структурную и иные характеристики.

Так как одной из главных задач исследования является повышение надежности расчетов, а, следовательно, и надежности строительных элементов и конструкций, то в первую очередь необходимо выполнить анализ существенных факторов, оказывающих наибольшее влияние на результаты испытаний образцов. С этой целью была выполнена экспертная оценка влияния основных действующих факторов. К таким большинство экспертов склонны отнести следующие:

- размеры и форму образцов;
- структуру заполнителя;
- число образцов;
- способ изготовления;
- условия контроля;
- условия испытания;
- схемы испытания;
- обработка и количественная оценка полученных результатов.

Матрица ранжирования по баллам указанных факторов по результатам литературного обзора выглядит следующим образом (см. таблицу 1).

Таблица 1

Матрица ранжирования факторов

№ п/п	Наименование фактора	Порядковый номер эксперта								Общее число баллов
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Размеры и форма образцов	8	7	6	7	8	8	7	8	59
2	Структура заполнителя	6	5	5	5	6	4	5	5	41
3	Число образцов	7	8	7	6	7	6	6	6	53
4	Способ изготовления	5	3	3	4	4	5	3	3	30
5	Условия контроля	3	4	4	3	5	7	4	4	34
6	Условия испытания	4	6	8	8	3	3	8	7	47
7	Схемы испытания	1	2	2	2	2	2	1	2	14
8	Оценка результатов	2	1	1	1	1	1	2	1	10

Таким образом, на взгляд специалистов-экспертов, наибольшее влияние на полученные результаты при испытаниях оказывают факторы под номерами 1 и 2. Поэтому их изучению следует уделить первостепенное значение, причем влияние выбранных факторов следует рассматривать в порядке полученного ранга.

Номинальные размеры и форма образцов приведены в нормативных документах. Стандарт регламентирует, что номенклатура образцов для испытаний на сжатие должна содержать 5 типов кубических или цилиндри-

ческих образцов с длиной ребра (или диаметра) от 70 до 300 мм. При этом за базовый тип принят кубический образец с размером ребра 150 мм.

Поскольку стандартом регламентированы только номинальные размеры образцов без указания допусков на линейные размеры, форму и взаимного расположения поверхностей, то были приняты в качестве основных допуски на линейные размеры по 14 качеству точности. Тогда допуск на линейный размер 100 мм следует принять равным 870 мкм, а допуск на размер 150мм – 1000 мкм. Отметим, что указанные допуски являются минимальными, так как был принят минимальный уровень качества при назначении допусков на свободные линейные размеры. В случае принятия за базовые качества точности №15,16,17 и 18 допуски на линейные размеры существенно возрастают.

Принимая во внимание сказанное и исходя из приведенных значений допусков наименьшая длина, например, кубического образца с наименьшим значением длины 100 мм может составить 99,13 мм, а наибольшая - 100,44мм. Учитывая реальные размеры зерен заполнителя при наиболее невыгодном варианте нагружения площадь контакта образца с плитой испытательной машины может составлять от 50 до 100% общей площади опорной грани образца.

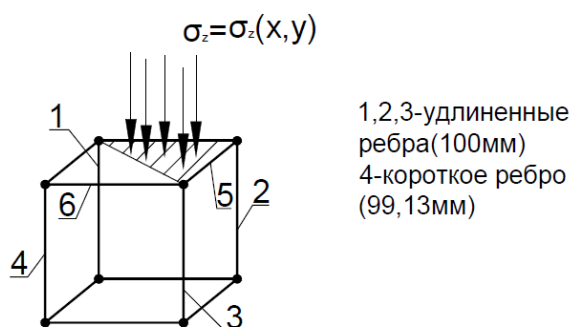


Рисунок 1. Неблагоприятная схема нагружения образца при нормативных допусках на линейный размер

Поскольку линейная деформация в зоне 3-х ребер может принимать значения до $\varepsilon_z = 0.87\%$, а предельные деформации для бетона при сжатии в среднем составляют $\varepsilon_z = 0.2\%$, т это означает, что плита пресса при нагружении может не коснуться приопорной площади вблизи ребра №4, хотя произойдет разрушение основной части испытуемого образца, нагруженного по схеме рис. 3.1.

Таким образом, при нормированных значениях допусков на линейные размеры образцов практически всегда имеет место внецентренное приложение нагрузки. Поскольку при испытаниях образцов с размерами ребер (или образующих для цилиндрических образцов) 150, 200 и 300 мм относительная величина эксцентриситета будет больше (допуски на линейные размеры возрастают нелинейно), то предпочтение при исследованиях в

любом случае следует отдавать образцам с малыми размерами ребер. Поэтому выбор образцов с размерами ребер 100 и 150 мм и был обусловлен в основном вышеуказанными причинами.

Следует отметить также, что для цилиндрических образцов, вследствие технологии их изготовления, контактные поверхности требуют дополнительной обработки, которую часто не выполняют в производственных условиях, тем самым внося дополнительные погрешности при определении характеристик прочности.

При окончательном выборе номинальных размеров образцов необходимо обратить внимание на номинальные размеры кубических образцов, регламентированные ГОСТ 10180-2012. Указанный стандарт в качестве основного руководящего материала в этой части содержит таблицу.

Таблица 2

Масштабные коэффициенты

Кубический образец (сторона куба)	70	100	150	200	250	300
k_{w_0}	0.85	0.95	1.0	1.05	1.08	1.10
k_w	1.00	0.89	0.85	0.81	0.79	0.77

В таблице, размещенной в стандарте, содержится 2 строки приведенной табл. 2. Третья строка, рассчитанная и введенная дополнительно, была определена перерасчетом 2-ой строки, когда за исходную величину коэффициента $k_w = 1$ была принята величина, соответствующая размерам куба с ребром 70 мм, а не 150мм, как это принято согласно ГОСТ 10180-2012. Пересчет был основан на том факте, что при увеличении размера ребра кубического образца наибольшую прочность должен иметь образец с наименьшим размером, поскольку в большем объеме образца неизбежно присутствуют и большее количество дефектов материала, которые снижают его прочность. Поэтому был выполнен пересчет величин коэффициента k_w , чтобы количественные значения коэффициентов k_w отражали бы по возможности уменьшение прочности при увеличении размера образца. За окончательные расчетные величины коэффициентов снижения характеристик прочности испытуемого образца принимали отношения последовательных значений k_w для образца с наименьшим размером к k_{w_0} для образцов с текущими размерами ($k_{w_0} = 0,85$). Это позволило расположить все коэффициенты строго в порядке убывания прочности образца при увеличении его размеров.

В свою очередь такая интерпретация изменения (понижения) характеристик прочности бетона позволила спрогнозировать понижение прочности конкретных строительных элементов (стойки, колонны) при увеличении их размеров свыше 300 мм, как это обозначено в ГОСТ 10180-2012.

Экстраполируя полученные результаты с использованием различных видов экстраполирующих функций были построены графики изменения

текущих характеристик прочности бетона при использовании его в строительных элементах, поперечное сечение которых имеет хотя бы один размер более 300 мм.

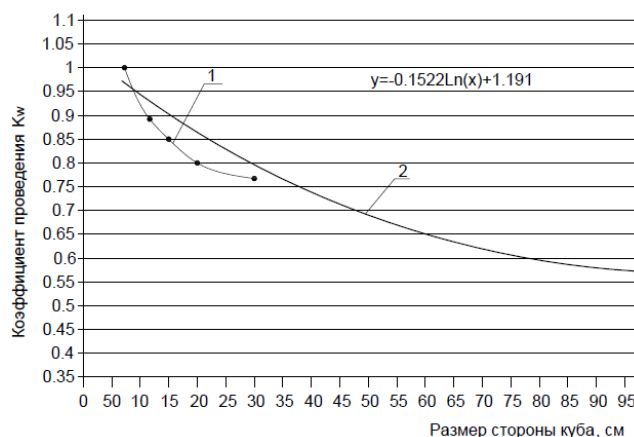


Рисунок 2 - Экстраполяция графика изменения характеристик прочности в рамках логарифмической зависимости

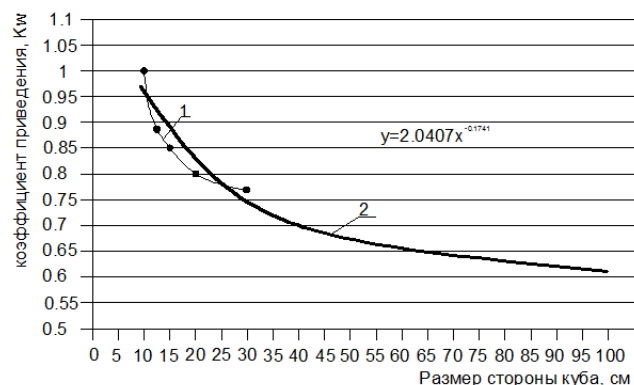


Рисунок 3 - Экстраполяция графика изменения характеристик прочности в рамках степенной зависимости

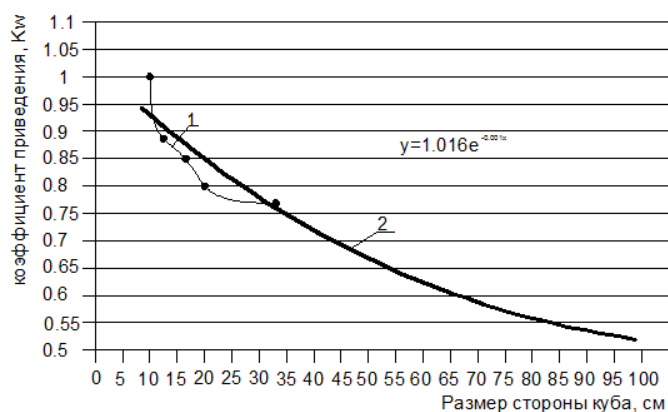


Рисунок 4 - Экстраполяция графика изменения характеристик прочности в рамках экспоненциальной зависимости

На указанных рисунках приведены табличные данные (кривая 1), которые соответствуют экспериментальным результатам по определению масштабных коэффициентов согласно ГОСТ 10180-2012. Поскольку таб-

личные данные приведены в конечных значениях и не содержат ни интервалов изменения масштабных коэффициентов, ни величин их среднеквадратичных отклонений, то можно лишь весьма приближенно оценить пороги рассеяния коэффициентов приведения. В частности, так как класс бетона по прочности на сжатие, согласно нормативным документам, принято определять с доверительной вероятностью 0,95%, то нами указаны лишь пределы изменения каждого значения табличных данных при $z = 1.96$.

Кривые 2 (рис. 2-4) получены расчетом с использованием различных видов аппроксимации (степенной, экспоненциальной и логарифмической). Так как координаты каждой точки на этой кривой являются расчетными, то они фактически могут считаться реперными точками, имеющими единственное вычисленное значение.

Анализ логарифмической зависимости (рис.2) показал, что совпадение расчетных и табличных значений k_w на начальных участках кривых достаточно значительно отличаются друг от друга (до 5% в относительных единицах), но затем, начиная с размера образца со стороной 150 мм, эта разница нивелируется, и несовпадение не превышает величин 2...3%.

Анализ степенной зависимости (рис. 3) показал, что в этом случае картина совпадения количественных реперных значений весьма схожа с логарифмической зависимостью. В качестве основного фактора отметим, что расчетная кривая степенной зависимости (для значений размеров 500 мм и выше) проходит существенно (примерно на 10...15%) выше, чем кривая, определяющая логарифмическую аппроксимацию. Для определения фактического положения экспериментальной кривой следует провести весьма значительный объем экспериментов, начиная с образцов размером 500x500x500 и заканчивая на уровне 1000x1000x1000. Этот объем экспериментов значителен, поэтому ограничимся только теми данными, которые дает действующий стандарт. При этом, учитывая вполне объективный возрастающий интерес к строительству зданий и сооружений повышенного уровня ответственности можно рекомендовать для расчетов как по 1-ой, так и по 2-ой группе предельных состояний к использованию значения k_w , полученных при логарифмической аппроксимации кривой изменения масштабного коэффициента.

Если рассмотреть экспоненциальную расчетную зависимость изменения коэффициента k_w , то в первую очередь стоит обратить внимание на то, что отклонения расчетной и табличной кривых имеют большие отклонения как на участках для образцов с малыми (до 200 мм) размерами, так и на участке с размерами до 1000 мм.

Таким образом, из предложенных зависимостей наиболее удовлетворяющей необходимым требованиям следует считать логарифмическую расчетную зависимость, которая, во-первых, с достаточной степенью достоверности описывает данные экспериментов в зоне малых размеров, а во-вторых, некоторое занижение масштабного коэффициента (k_w) практи-

чески завышает коэффициенты запаса по механической прочности, а, следовательно, повышает надежность проектируемых конструкций. Хотя, безусловно, по сравнению с имеющимися табличными данными некоторая неопределенность сохраняется.

Условия испытаний образцов должны приниматься полностью соответствующими изложенным в нормативных документах, кроме требования, чтобы опорные поверхности образца полностью прилегали одна к другой. Это связано с тем, что даже при повышенной точности изготовления образцов достичь указанного условия не удастся по нескольким причинам.

Во-первых, стандарт не приводит поверочной схемы установки образцов. Это означает, что касание контактирующих поверхностей можно проверять любым образом. Обычно в таких случаях используют щупы с различной толщиной. Тогда проверка полного касания заключается в установке щупа определенного размера, и этот щуп должны проходить по всему периметру зазора. Одинаковость зазора гарантирует одновременность касания опорной плиты с образцом по всей контактной поверхности. Однако, в соответствии с технологией изготовления образцов при их затвердении в форме, зерна заполнителя размером 5 мм вследствие усадки бетона будут являться выпирающими неровностями (типа шероховатости) над поверхностью цементного камня. В первом приближении, считая усадку равной около 1%, выступание зерен заполнителя будет составлять около 1 мм, что говорит о необоснованном завышении точности измерения длин ребер образцов.

Во-вторых, установленные нормативом размеры форм для изготовления контрольных образцов бетона указаны как номинальные, то есть без установления допусков на размеры и форму рабочих поверхностей. Поэтому предложенные экспериментальные формы устраняют этот недостаток, ведущий к нарушению условий проведения испытаний.

Таким образом, принятие в качестве исследуемых объектов образцов с рекомендуемыми размерами и соответствующими размерами зерен заполнителя продиктовано необходимостью получения результатов испытаний с повышенной точностью.

При проведении испытаний общие нормативные требования должны быть соблюдены в полном объеме, поскольку их выполнение не требует проведения каких-либо сложных исполнительных операций. Что касается конкретных требований к выполнению операций при испытании на сжатие, то по вышеизложенным особенностям соблюдение условия полного прилегания плоскостей контактирующих поверхностей было выполнено другими способами, позволяющими контролировать центральность приложения нагрузки и симметричность распределения деформаций и напряжений относительно главных центральных плоскостей инерции площади поперечного сечения исследуемого образца.

Список литературы:

1. ГОСТ 10180-12. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. М.: Госстрой СССР, 1989-38с.
2. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона. М.:Госстрой СССР, 1980-10с.
3. ГОСТ 20213 – 89. Фермы железобетонные. Технические условия.
4. ГОСТ 28737 – 90. Балки фундаментные железобетонные для стен зданий.
5. ГОСТ 18979 – 90. Колонны железобетонные для многоэтажных зданий.
6. ГОСТ 27006 – 86. Бетоны. Правила подбора состава.
7. ГОСТ 48105 – 2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
8. ГОСТ 8267 – 93. Щебень из природного камня.
9. ГОСТ 8736 – 93. Песок строительный. Технические условия.
10. ГОСТ 30515 – 97. Цементы. Общие технические условия.
11. ГОСТ 310.4 – 81. Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии.
12. ГОСТ 23464 – 79. Цементы. Классификация.
13. ГОСТ 22685 – 89. Формы для изготовления контрольных образцов бетона.
14. ГОСТ 26633 – 91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия (табл. 1а – В/Ц= 0,60 – подвижные, В/Ц=0,40)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТОЧЕЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ СРЕДНИХ ГОРОДОВ.

Серобян В.

USING THE METHODS OF POINT MODELING OF URBAN AREAS ON THE EXAMPLE OF MEDIUM-SIZED CITIES.

Аннотация: Статья посвящена градостроительным проблемам, путям их решения, особенностям развития пространственной структуры средних городов Московской области. Эти города непосредственно связаны со столицей России – Москвой, и имеют богатый потенциал для экономического и социального развития.

Abstract: The article is devoted to urban issues, their solutions, and the peculiarities of the development of the spatial structure of medium-sized cities in the Moscow Region. These cities are directly connected with the capital of Russia - Moscow, and have a rich potential for economic and social development.

Ключевые слова: градостроительство, средние города, планирование территорий.

Keywords: urban planning, medium cities, territory planning.

В настоящее время интенсивные темпы градостроительного развития характерны прежде всего для крупнейших городов-мегаполисов. Активная миграция населения из одних городов в другие приводит к необходимости комплексного развития территорий не только крупных мегаполисов, но и городов в непосредственной близости от них. К примеру - городов, расположенных в комфортной транспортной доступности от Москвы, имеющих численность населения от 50 тысяч человек до 100 тысяч человек, которые классифицируются как средние.¹

В градостроительном отношении средние города Московской области, по большей части, представляют собой схожие планировки. Как правило, исторический центр города – ядро, вокруг которого расположены территории, застраиваемые в разные временные этапы и имеющие различные функциональные зоны.

Планировочная структура части средних городов сформировалась к настоящему времени таким образом, что доминирует современная застройка, которая не имеет логичной градостроительной связи с застройкой исторической. В основном, преобладает застройка, основу которой составляют объёмные многоэтажные постройки, возникшие в 90-х годах прошлого века. Хаотичное строительство недавнего времени привело к тому, что такие средние города имеют низкие темпы социально-экономического

¹ Мубаракишин Р. Градостроительный кодекс РФ на 2019 г. – М.: Эксмо-Пресс, 2019 г.

развития, несмотря на имеющийся богатый потенциал. В Подмосковье некоторые города напротив, имеют планировочную структуру и стратегию развития, ориентированную на сохранение исторической целостности. Появление современных кварталов и построек идет довольно медленными темпами, и, как правило, органично вписывается в структуру города. В данном случае, это позитивно сказывается на развитии городов, так как определённые градостроительные проблемы, связанные с хаотичным планированием не возникают. «Золотой серединой» можно назвать средние города в Московской области, которые имеют примерно равное соотношение «старого» и «нового» города. Стабильное развитие в данном случае происходит благодаря устойчивым градостроительным связям разных типов застройки. Но, не всегда происходит органичное объединение архитектурных стилей прошлого и настоящего.

Независимо от преобладания современных или исторических построек средние города Московской области имеют схожие градостроительные проблемы:

- планировочная структура города имеет функционально несформированные участки
- за пределами центральных районов отсутствует современная инфраструктура, в результате чего снижается уровень жизни общества
- неэффективно используется муниципальная собственность
- транспортные проблемы, отсутствие альтернативных маршрутов передвижения по городу
- экологические проблемы, малое количество благоустроенных зелёных зон
- устаревший жилой фонд
- концентрация общественной жизни в центральных районах городов, и т.д.

Актуальные проблемы застройки территорий средних городов приводят к необходимости исследования, направленного на решение задач, возникающих при проектировании на неразвитых участках за пределами центральных районов средних городов.² При сравнительной оценке возможных версий развития городской жилой застройки целесообразно использовать метод точечного моделирования жилых территорий. Таким образом, возникают новые подходы к проектированию, направленные на решение задач именно в средних городах Подмосковья, так как они имеют устойчивые социально-экономические связи со столицей. При этом необходимо учитывать характеристики каждого города отдельно и создавать внутри него свою уникальную среду, которая будет способствовать росту уровня жизни общества во всех сферах жизнедеятельности.

² Вопросы градостроительства: в помощь проектировщику / Проблемы развития малых и средних городов. Вып. 1. 1965.

Метод точечного моделирования включает в себя поиск наиболее удачных примеров застройки, которые по своим совокупным характеристикам будут способствовать комплексному развитию застраиваемой территории. Эти примеры - прототипы, являются объектом предварительного обсуждения и отбора в рамках контактов проектировщиков с администрацией и общественностью города. Задание на проектирование того или иного района города опирается уже на предварительно согласованные проектные решения на уровне компонентов застройки. Методика применима как в реконструкции, так и в процессе нового строительства районов средних городов. Аналоги метода для фрагментарного проектирования призваны решать проблемы и задачи территорий средних городов.

Развитие малых городов и их территорий в немалой степени зависит от успешного взаимодействия органов власти и проектировщиков на этапе согласования градостроительной документации. Актуальным инструментом на этапе согласования градостроительных решений становится применение методов точечного моделирования. В настоящее время, для продуктивного взаимодействия администрации городов и проектировщиков, требуется разработка такой градостроительной документации, которая будет включать в себя готовые решения по формированию и размещению инвестиционно привлекательных объектов, относящихся к приоритетным направлениям развития экономической и градостроительной структуры города.

Библиография:

1. *Аблова Н.О.* Оценка экономического потенциала малых и средних городов России при разработке стратегий устойчивого развития // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. №3
2. *Вендина О.И.* Малые города России: сходство исторических судеб и различия траекторий развития // Демоскоп Weekly. 2014. № 611-612. URL:<http://demoscope.ru/weekly/2014/0611/analit01.php> 26
3. Вопросы градостроительства: в помощь проектировщику / Проблемы развития малых и средних городов. Вып. 1. 1965.
4. *Гунько М.С.* Малые города центральной полосы Европейской России: социально-экономическое состояние и роль в организации пространства // Известия РАН. Серия географическая. 2014. №2
5. *Коротич М.В.* Эффективная стратегия развития малых городов как фактор повышения конкурентоспособности региона. // 2013. poisk2020.ru. URL:<http://poisk2020.ru/city2.poisk/index.htm>
6. *Лаппо Г.М.* Формирование сети городов на территории России // Проблемы урбанизации на рубеже веков. М., 2002.
7. *Мубаракшин Р.* Градостроительный кодекс РФ на 2019 г. – М.: Эксмо-Пресс, 2019 г.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РЕСПУБЛИКИ ИРАК И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Аль Баирмани Али Г.

аспирант, Севастопольский государственный университет

Аннотация. В работе приводится ретроспективный анализ топливно-энергетического комплекса республики Ирак, показаны ее основные энергетические запасы и перспектива интеграции этих ресурсов в мировую энергетику. Также показано, что наряду с ископаемыми органического топлива в республике Ирак имеются широкие перспективы использования возобновляемых источников энергии, в первую очередь основанных на фотовольтонике и биогазе.

Abstract. The paper presents a retrospective analysis of the fuel and energy complex of the Republic of Iraq, shows its main energy reserves and the prospect of integrating these resources into the global energy industry. It is also shown that along with fossil fuels in the Republic of Iraq, there are broad prospects for the use of renewable energy sources, primarily based on photovoltaic and biogas.

Ключевые слова: топливно-энергетический комплекс; органическое топливо; перспективы использования возобновляемой энергии; обеспечение населения электроэнергией.

Keywords: fuel and energy complex; fossil fuel; prospects for the use of renewable energy; providing the population with electricity.

1. Топливо-энергетический комплекс

По данным МВФ [1,2], в 2011 г. валовый внутренний продукт (ВВП) Республики Ирак по паритету покупательной способности (ППС) населения составил 127,6 млрд. долл., что на 12,2% больше по сравнению аналогичным показателем предыдущего года. В 2011 г. темп роста реального ВВП по сравнению с 2010 г. составил 9,9%.

По данным ЦРУ [1,4], в структуре ВВП на 2011 г. 61% занимает промышленность, 29% - сфера услуг, 10% - сельское хозяйство. Важнейшее значение для экономики Ирака имеет нефтяной сектор, который обеспечивает более 2/3 ВВП, свыше 99% от экспортных поступлений и около 90% доходов государственного бюджета страны.

По данным международного энергетического агентства (МЭА), в 2009 г. первичное потребление энергии в Ираке составило 32,2 млн. т н.э., производство – 119,6 млн. т н.э. В структуре производства энергоресурсов доминирует нефть с долей 99%. Оставшуюся часть составляют природный газ и гидроэнергия. Угольные энергоресурсы в Ираке отсутствуют. В

структуре потребления энергоресурсов лидируют нефтепродукты (94,6%); доля газа составляет 2,4%.

Таблица 1

**Топливо-энергетический баланс Ирака на 2016 г.,
в млн. т нефтяного эквивалента (н.э.)**

Показатель	Добыча (выработка)	Импорт	Экспорт	Изменение за счет запасов (в т. ч. бун- керных)	Потреб- ление
Нефть	118,4	-	95,67	-	22,73
Нефтепродукты	-	8,43	-	0,71	7,72
Газ	0,94	-	-	-	0,94
Атомная энергия	-	-	-	-	-
Гидроэнергия	0,28	-	-	-	0,28
ВИЭ (без учета гидро- энергии)	0,03	-	-	-	0,03
Международная тор- говля электроэнергией	-	0,48	-	-	0,48
Энергия – всего в год	119,65	8,91	95,67	0,71	32,18

Помимо этого, к концу 2019 г. планируется начать поставки газа из Ирана по уже строящемуся газопроводу.

Основная инфраструктура республики Ирак для экспорта нефти:

– Нефтепровод «Ирак – Турция» («Киркук-Джейхан»), мощность – 80 млн. т в год, (реальные поставки – около 28 млн. т в год);

– Басра (нефтяной терминал), мощность – 80 млн. т в год, расширение до 120 млн. т в год в 2013 г.;

– Хор-эль-Амайя (нефтяной терминал), мощность – 35 млн. т в год, работает не на всю мощность (30% в 2016 г.).

В настоящее время импорт и экспорт газа в Ираке отсутствуют. Однако уже реализуются или находятся на стадии рассмотрения проекты по строительству газопроводов для импорта и экспорта этого сырья. К концу 2019 г. планируется начать поставки газа из Ирана в Ирак по строящемуся в настоящее время газопроводу.

2. Энергоэффективность и возобновляемые источники энергии в Ираке

По данным за 2008 г. [11] энергоемкость ВВП Ирака составляет 0,349 т н.э./ тыс. долл. ВВП. В Ираке в среднем электричество доступно для населения, в особенности в сельской местности, на 2-3 часа в день. В значительной части домохозяйств используются небольшие генераторы (в основном китайского производства). В некоторых селениях электричества нет вообще. Одним из важнейших направлений энергетического развития Ирака является полноценное обеспечение домохозяйств электроэнергией.

В Ираке только планируется создание единой стратегии развития энергоэффективности и энергосбережения. Правительства некоторых губернаторств выражают заинтересованность в повышении энергоэффективности, что может повысить обеспечение населения электроэнергией.

Таблица 2

Основные ретроспективные показатели экономики и ТЭК Ирака

Показатель	ед. изм.	2000	2005	2010	2013
<i>Экономика</i>					
ВВП по ППС	млрд. долл. США	нд	82,6	113,7	127,6
ВВП на душу по ППС	млрд. долл. США	нд	2958,3	3548,2	3885,6
Прирост реального ВВП	% к предыдущему году	нд	нд	0,8	9,9
Совокупные инвестиции	% от ВВП	нд	нд	нд	нд
Инфляция	%, средняя потреб. цена	нд	нд	2,4	6,0
Безработица	% от эк. активного населения	нд	нд	15,0	нд
<i>Нефть</i>					
Запасы	млрд. т	15,2	15,5	15,5	19,3
Добыча	млн. т	129,3	93,6	118,7	134,2
Потребление	млн. т	24,5	23,1	26,2	25,8
Экспорт	млн. т	101,3	68,8	94,1	109,3
Импорт	млн. т	-	-	-	-
Переработка	млн. т	24,5	23,1	22,2	26,2
<i>Газ</i>					
Запасы	трлн. куб. м.	3,1	3,2	3,2	3,6
Добыча	млрд. куб. м.	3,2	1,5	1,3	1,9
Потребление	млрд. куб. м.	3,2	1,5	1,3	1,9
Экспорт	млрд. куб. м.	-	-	-	-
Импорт	млрд. куб. м.	-	-	-	-
<i>Электроэнергия</i>					
Уст. мощность	ГВт				
Выработка	млрд. кВт·ч	5,3	7,7	нд	9,0
Потребление	млрд. кВт·ч	31,9	30,4	50,2	нд
Экспорт	млрд. кВт·ч	-	-	-	нд
Импорт	млрд. кВт·ч	-	1,2	6,2	нд

нд – нет данных

Возобновляемая энергетика в Ираке также находится на ранней стадии развития, а программ для ее стимулирования совсем немного. Например, региональное правительство Курдистана приступило к разработке

плана по исследованию гидро- и ветроэнергетических ресурсов в регионе. Тем не менее Ирак обладает большим потенциалом для развития солнечной энергетики со средним показателем энергии излучения в 5,6 кВт·ч/м² в день. Министерство электроэнергетики Ирака в настоящее время реализует пятилетний план строительства 16 солнечных электростанций общей мощностью 3500 МВт.

Ориентировочно 4,9 часа ветровой энергии в день в некоторых губернаторствах Ирака обеспечат средний потенциал развития ветровой энергетики в стране. Автономный регион Курдистана начал вкладывать инвестиции в ветровые технологии. На стадии установки в качестве пилотных проектов в области ветроэнергетики находятся 6 турбин.

Кроме солнечной и ветроэнергетики в Ираке в данное время реализуются планы по инвестированию в производство биоэтанола из фиников. До военной интервенции 2003 г. Ирак являлся пятым в мире производителем фиников. Возрождение заброшенных плантаций – стратегия, направленная на улучшение благосостояния многих предпринимателей и использования биогаза. С той же целью реализуется использование обитающих в морской воде Персидского залива мангровых зарослей, приспособленных к суровым природным условиям Ирака, которые также можно использовать в качестве боитоплива. В Ираке имеется возможность использовать и геотермальные источники энергии.

Согласно данным министерства электроэнергетики Ирака, в стране до 2020 г. планируется реализовать 6 проектов по сооружению объектов ВИЭ общей мощностью около 830 МВт [1,3]:

- проект сооружения геотермальной станции мощностью 450 МВт в городе Наджав (Najaf);
- проект сооружения геотермальной станции мощностью 300 МВт в городе Аль-Кильфил (Al-Kilfil);
- проект сооружения солнечных электростанций мощностью от 10 до 30 МВт в городах Рутба (Rutba), Нукхайб (Nukhaib), Аль-Ахвар (Al-Ahwar), Аль-Саман (Al-Salman).

В январе 2010 года Ирак подписал Меморандум с Европейским Союзом о «Стратегическом Энергетическом Сотрудничестве», который, наряду с вопросами поставок нефти и газа в Европу, затрагивает развитие энергоэффективности и ВИЭ в стране.

Компания General Electric» объявила 22 ноября 2017 г. о заключении с Министерством электроэнергии Ирака контракта, стоимостью в 400 млн долларов США на строительство «под ключ» 14 силовых подстанций и сопутствующего оборудования. Компания обязуется оказать содействие с финансированием проекта, который охватывает территорию провинций Багдад, Найнава (Ниневия), Салах эд-Дин, Анбар, Кербела, Каддисийя и Басра [4].

Список литературы

1. Российское энергетическое агентство, 10/08/12, с. 1-3.
2. Аль-Азави Раад Сальман. Оценка ресурсов возобновляемых источников энергии для электроэнергетики Ирака. Дисс. на соиск. уч. степени к.т.н. М., МЭИ, 2007, 215 с.
3. Аль Зухаири Али Мохаммед Кадхим. Специальные вопросы повышения энергетической эффективности распределительных сетей Ирака. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. СФУ, Красноярск, 2015, 166 с.
4. Ласкарис Ф.И. О структуризации сферы электроэнергетики в Ираке. Article printed from Институт Ближнего Востока: <http://www.iimes.ru>. URL to article: <http://www.iimes.ru/?p=39290>

Bibliography

1. Russian Energy Agency, 10/08/12, p. 1-3.
2. Al-Azawi Raad Salman. Assessment of renewable energy resources for the power industry of Iraq. Diss. on the competition uch. Degrees Ph.D. M., MEI, 2007, 215 p.
3. Al Zuhairi Ali Mohammed Kadhim. Special issues to improve the energy efficiency of the distribution networks of Iraq. Diss. on the competition uch. step. Cand. tech. sciences. Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 2015, 166p.
4. Laskaris F.I. On the structuring of the electricity sector in Iraq. Article printed from the Institute of the Middle East: <http://www.iimes.ru>. URL to article: <http://www.iimes.ru/?p=39290>

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Аль Баирмани Али Г.

аспирант,

Севастопольский государственный университет

Аннотация. Рассмотрены принципиальные подходы к созданию оптимальных моделей и энергосистем с использованием солнечных электростанций. Рассчитана возможность установки солнечной электростанции SA-3000 для использования в коттедже при длительных перебоях с электричеством в качестве системы автономного питания. При дополнительной комплектации генератором возможна полностью автономная работа без сетевого источника электроэнергии.

Ключевые слова: солнечная электростанция, использование потенциала Солнца, перебои электроэнергии, модель SA-3000, коттедж.

В 1912 году известный ученый К. Э. Циолковский обратил внимание общественности на то, что неиссякаемую, огромную энергию Солнца можно использовать в нашей жизни. Глобальная солнечная энергия приближается к материальным областям, где инсоляция является самой высокой за год. Сегодня очень интересно активно используется солнечная энергия для таких объектов, как загородные дома, коттеджи, спортивные сооружения, бассейны, и т. д.

Один из первых экспериментов, по использованию потенциала Солнца, был проведен в конце 18 века, было проведено испытание по созданию солнечной печи, в которой температура достигала 1650 градусов Цельсия. Позже в Алжире, в 1866 году, исследователи попытались создать "солнечные концентраторы" для дистилляции воды. После этого было еще несколько попыток применить солнечный свет. Но только в последнее время развитие этой отрасли стало по-настоящему глобальным, а процесс преобразования УФ-излучения стал понятным и доступным для различных целей.

Солнечную энергию можно преобразовать в термальную, механическую, электрическую энергию и использовать её для самых разных целей – отопления зданий, вовлечения в сложные технологические процесса, в которых необходимо иметь очень высокие или низкие рабочие температуры. Использование солнечной энергии также оправдано для опреснения морской или сильно минерализованной воды, сушки различных материалов и т. д. [1]

Преобразование солнечной энергии в полезную электроэнергию происходит на солнечных электростанциях. Сегодня солнечные электростанции используются в основном двух типов. Первый тип - вышка, второй - модульная солнечная электростанция (участок), или распределительная.

В качестве основного приемника с полем гелиостата используется станция башенного типа. Управлять такими станциями могут только специально запрограммированные компьютерные системы. Основным недостатком башенных станций является их высокая стоимость и огромное пространство, необходимое для размещения всех компонентов. Например, солнечная электростанция, мощностью 100 МВт, потребует площадь в 200 га, а в среднем АЭС 1000 МВт потребует в общей сложности 50 га. [4]

Второй тип - модульные или распределительные солнечные станции, включают в себя большое количество модулей, состоящих из концентратора солнечного излучения и приемника для нагрева рабочей жидкости, которая подается в двигатель, подключенный к генератору электрического типа. Модульные солнечные электростанции характеризуются меньшей мощностью, но они более экономичны.

Моделей и прототипов солнечных электростанций существует в настоящее время достаточно много.

Чтобы фотоэлектрическая энергоустановка работала эффективно и безотказно, перед началом её установки нужно выполнить тщательный расчет солнечной электростанции, который включает предпроектное компьютерное моделирование, технико-экономические расчеты, инженерно-технические изыскания и составление индивидуального проекта. Наиболее важным является этап компьютерного моделирования – виртуальная модель будущей электростанции позволяет протестировать ее работу в различных режимах и выбрать наиболее оптимальные проектные решения.

Для этого следует учитывать множество разнообразных факторов – назначение энергетической установки (автономное либо резервное электроснабжение, работа по зеленому тарифу), проектную мощность потребителей, рельеф и конфигурацию участка под размещение солнечных батарей, его суточную инсоляцию, которая зависит от ориентации площадки и местных климатических условий региона, а также наличия поблизости высоких объектов, которые могут затенять поверхность фотоэлементов и снижать их производительность. [3]

Современные солнечные батареи рассчитаны на эксплуатацию в течение 25 лет – за этот срок они не только полностью окупают сравнительно небольшие затраты на устройство фотоэлектростанции, но и приносят солидную прибыль, которая зависит от мощности установки. Даже совсем незначительное повышение производительности промышленной СЭС мощностью в несколько мегаватт может существенно увеличить доход, получаемый ее владельцем – при правильно выполненных предпроектных расчетах это вполне возможно обеспечить.

Целью нашего исследования было установить возможность применения солнечной электростанции марки SA-3000 в коттедже (территория Московской области) при длительных перебоях с электричеством в качестве системы автономного питания.

Расчет производился для стандартной комплектации выбранной электростанции, которая включала в себя: [3]

Солнечные батареи: CHN150-36M (12 В, 150 Вт) — 6 шт.

Контроллер заряда: Outback FLEXmax 60 (48 В, 60 А)

Инвертор с ЗУ: Outback GVFX3048E (3000 Вт ном. / 3300 Вт 30 мин., заряд 48 В, 45 А)

Аккумуляторы: Delta GX12-200 (12 В, 200 А*ч) — 8 шт.

Автоматический предохранитель: 250 А

Комплект кабелей и разъемов: один комплект с длиной кабелей для солнечных батарей 15 м.

Постоянное рабочее напряжение: 48 В.

Переменное напряжение на выходе: 220 В, 50 Гц, чистый синус.

Тип выходных контактов 220 В: клеммы для кабеля

Максимальная выходная мощность: 3300 Вт.

Продолжительность работы при отсутствии солнца на нагрузку 2880 Вт/сутки (при 100% разряде): 6 суток

Температура эксплуатации: от -40°C до +60°C

Общий вес всех компонентов солнечной электростанции, кг: 650

При дополнительной комплектации генератором возможна полностью автономная работа без сетевого источника электроэнергии.

Мощности инвертора достаточно для длительной работы любого электрооборудования максимальной суммарной мощностью до 3.3 кВт с пиковой пусковой мощностью до 5,75 кВт.

Например, для любого холодильника, насоса, освещения, телевизора, компьютера, любых электроинструментов, любых зарядных устройств, пылесосов, микроволновок и прочей бытовой техники. При необходимости увеличить мощность, нужно добавить ещё один инвертор. [2]

8 гелевых аккумуляторов ёмкостью 200 А*ч и напряжением 12 В способны запасти около 19200 Вт электрической энергии.

Однако, для увеличения срока службы аккумуляторов желательно разряжать их не более, чем на 30%.

Поэтому приведем расчет для 30% разряда, т.е для запасенной энергии 5760 Вт. При пасмурной погоде этого хватит для работы в течение 2 суток (48 часов) следующих электроприборов:

Холодильник класса А с потреблением 850 Вт/сутки — 850 Вт

Насос (100 Вт, 3 часа/день) — 300 Вт

Энергосберегающие лампы освещения (10 шт. по 20 Вт по 3 часа/день) — 600 Вт

LCD телевизор 32" (70 Вт, 3 часа в день) — 210 Вт

Зарядное устройство мобильного телефона (5 Вт, 3 часа) — 15 Вт

Ноутбук (50 Вт, 5 часов в сутки) — 250 Вт
Пылесос (1500 Вт, работает 20 минут или 0,33 часа) - 500 Вт
Прочие электроприборы с потреблением 155 Вт/сутки
Итого: 2880 Вт/сутки.

Шесть солнечных батарей суммарной мощностью 900 Вт будут выдавать в солнечную погоду в Московской области около 4500 Вт/сутки. Т.к. весной и летом в Московском регионе в среднем около 20 солнечных дней, то за месяц среднесуточное поступление энергии от батарей составит около 3000 Вт/сутки, что полностью покрывает планируемый расход. Однако, при эксплуатации системы осенью, зимой или при расходе электроэнергии больше запланированного, будет необходимо периодически проводить подзарядку аккумуляторов от сетевого источника либо от генератора при помощи зарядного устройства, которым оснащён инвертор.

На основе приведенного выше расчёта потребления электроэнергии для любого коттеджа или дачного домика можно сделать расчёт с учетом имеющихся в помещениях электроприборов и понять, будет ли предлагаемая система подходить для обеспечения целей.

Список литературы:

1) Применение буферных накопителей энергии для повышения энергоэффективности ветродизельных электростанций / Лукутин Б.В., Обухов С.Г., Шутов Е.А., Хошнау З.П. // «Электричество» №6 – 2012 – С. 24-29

2) Сравнительный анализ схем построения автономных электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики / Обухов С.Г., Плотников И.А. // Промышленная энергетика. - 2012 - №. 7 - С. 46-51.

3) Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов /под ред. Виссарионова В. И., М.: изд. дом МЭИ, 2018. – 276 с.

4) О чем пишут научно-популярные журналы мира. "Наука и жизнь" № 6, 2008, с. 111 - 112

5) Сворень Р. Преодолевая немалые трудности, человечество все же продвигается к самым экологически чистым и безопасным энергетическим установкам, для которых к тому же земные запасы топлива безграничны. "Наука и жизнь" № 8, 2001, с 19 - 23